



Ing. Jorge Alberto Orjuela Daza
 Director Ejecutivo,
 Servicio Integral
 de Ingeniería
 SAS, Colombia



Reproducción autorizada
 por la revista Noticreto # 116,
 de Enero – Febrero 2013.
 Editada por la Asociación
 Colombiana de Productores
 de Concreto – ASOCRETO.

Fotos:

Cortesía Toxement S.A.

ASOCRETO

9 ASPECTOS CLAVE QUE NO DEBEMOS OLVIDAR EN LA SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Después de varios años de experiencia en supervisión de estructuras y edificaciones en general, el autor resume en este artículo los puntos donde más fallamos en la ejecución de las estructuras en concreto reforzado.

PLANOS

El primer punto se refiere a la falta de planos al inicio de la obra. Se ha vuelto una costumbre iniciar las obras sin contar con los planos completos, y con mucha frecuencia los planos se reciben sobre el tiempo, escasamente para hacer el pedido del acero de refuerzo sin tiempo para revisarlos. Además, en muchas ocasiones los planos no contienen toda la información necesaria y se deja que la obra tome decisiones de ajustes o que interprete según el residente de turno, decisión que en muchos casos no cumple con los requisitos de nuestro Reglamento NSR por falta de conocimientos.

Talvez las fallas más relevantes respecto a los planos tienen que ver con:

- Falta de información en los planos, como pueden ser las especificaciones y las cargas supuestas en el diseño que serán de utilidad durante



La supervisión técnica en una obra es una herramienta que permite prever lo que es previsible.

CORTESÍA OMAR JAVIER SILVA R.

la ejecución de la obra, especialmente para tomar decisiones sobre el retiro de las formaletas.

- La falta de definición de los puntos exactos donde se colocan los traslapos y la longitud de estos.
- Asumir un proceso de construcción que no es acorde al de la obra, especialmente en cuanto a la construcción de las cimentaciones, cuando en la obra se decide utilizar el terreno como formaleta; el recubrimiento lateral en las vigas de cimentación en muchos planos se define en 4 cm, y no en 7.5 cm como lo exige el reglamento cuando el concreto se coloca directamente contra el terreno; el diseñador estructural estaría asumiendo un proceso de construcción con formaletas.

Excavaciones

El segundo punto que podemos destacar se refiere a las excavaciones. Es corriente ver cómo se violan en las obras los límites expuestos en el estudio de suelos. Los taludes no se tallan con las dimensiones ni inclinaciones límite expresadas en el estudio. En algunos casos no se dejan las bermas especificadas y se realizan grandes excavaciones que duran días abandonadas porque no ha llegado el refuerzo o no se cuenta con el personal suficiente para las labores de construcción. Esto implica mayor rebote, deterioro del suelo y disminución de su capacidad portante por desecación o inundación, con las consecuencias que esto puede implicar. Adicionalmente, algunas veces vemos realizar excavaciones sin las debidas precauciones contra edificaciones vecinas.

Formaletas

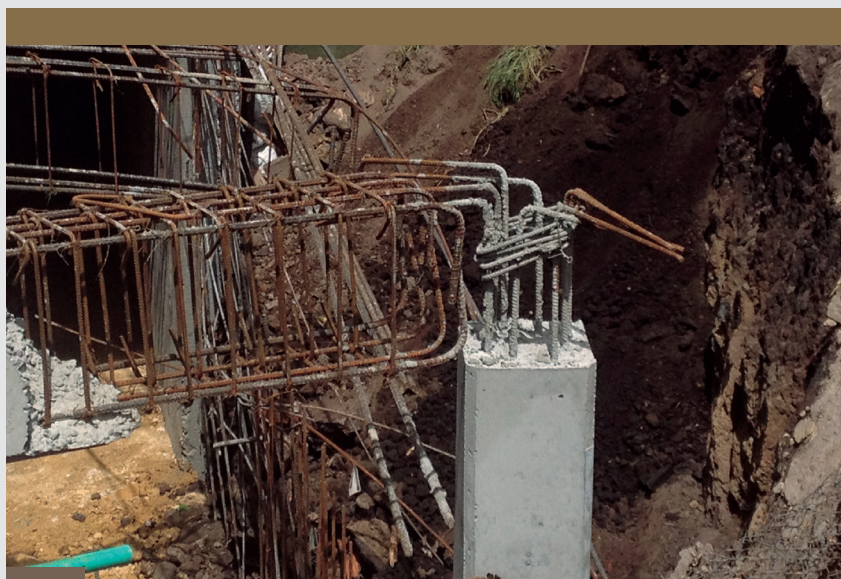
El tercer punto se refiere a las formaletas. Durante muchos años, el mercado de precio razonable solamente ofrecía un sistema de formaletas que denominábamos el paral, cercha, camilla y cruceta, diseñado en la segunda mitad del siglo pasado para losas de cuantías de concreto de 0,15 m³/m², volúmenes difíciles de lograr en un sistema de pórticos hoy en día. Las cuantías bajas –como en el sistema estructural de muros y placas– son factibles pero la modalidad no se ajusta adecuadamente. En tales casos acudimos a otros tipos de formaletas disponibles en el mercado. Hace mucho tiempo debimos evolucionar en este sentido, pero hoy en día se consiguen a precios aceptables sistemas más acordes y más seguros que el tradicional.

Juntas de construcción

El siguiente punto se refiere a las juntas de construcción. Nos hemos vuelto muy permisivos en la localización de este tipo de juntas en puntos poco adecuados, sin tomar las medidas y precauciones expuestas en el reglamento. Las juntas de construcción deben hacerse y localizarse de tal manera que no perjudiquen la resistencia de la estructura. Además, deben tomarse precauciones para lograr la transferencia de cortante y otras fuerzas a través de dichas juntas.

A no ser que se especifique de otra manera o sea permitido, las juntas de construcción deben ser localizadas y ejecutadas mediante el uso de formaletas de tal manera que cumplan con los siguientes requisitos:

- En las placas, deben localizarse en el tercio central de las luces de las losas, vigas o vigas principales a menos que una viga intercepte una viga principal en su parte central, en cuyo caso las juntas en las vigas principales deben desplazarse una distancia igual al doble del ancho de la viga que la intercepta.



Se ha vuelto una costumbre iniciar las obras sin contar con los planos completos, y con mucha frecuencia los planos se reciben sobre el tiempo, escasamente para hacer el pedido del acero de refuerzo sin tiempo para revisarlos.

CORTESÍA SERVICIO INTEGRAL DE INGENIERÍA S.A.S

- En muros y columnas las juntas deben localizarse en la cara inferior de las placas y vigas, y en la cara superior de zapatas y placas de piso.
- Las juntas deben ser perpendiculares al refuerzo principal.

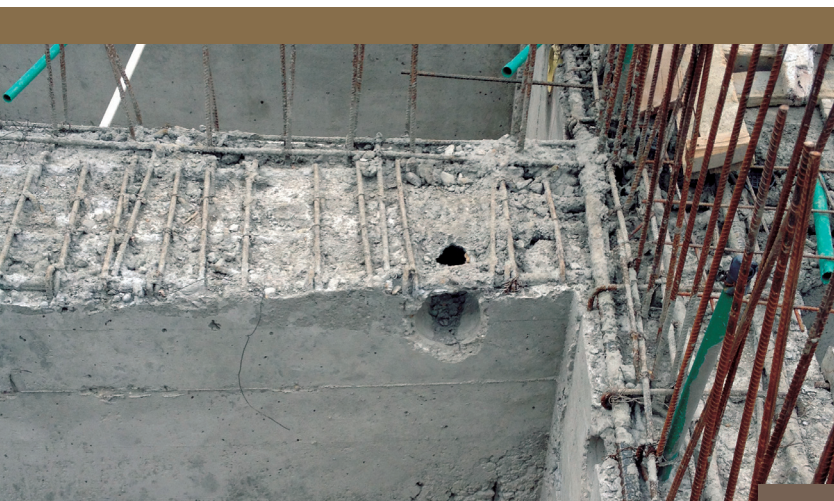
Donde vaya a hacerse una junta de construcción, debe limpiarse completamente la superficie del concreto, removerse toda lechada y lograr una superficie de agregado expuesto, se debe retirar mediante el uso de agua a presión todo el polvillo producido por la limpieza, saturar y retirar el agua estancada inmediatamente antes del nuevo vaciado. (Situación SSS - saturado, superficialmente seco).

Las vigas, vigas principales o losas apoyadas en columnas o muros, no deben vaciarse o colocarse, cuando sean prefabricadas, antes de que el concreto de los elementos verticales de apoyo haya endurecido hasta el punto que haya dejado de ser plástico. Esto debido a la contracción por secado del concreto del elemento vertical, en el cual, durante las primeras horas de fundido, el nivel al cual hemos dejado el concreto desciende algunos milímetros, perdiendo la conexión real de los dos elementos. Las vigas, vigas principales, capiteles de columnas y cartelas, deben considerarse como parte del sistema de losas y deben vaciarse monóticamente con las mismas, a menos que en los planos se indique la forma de hacerlo adecuadamente. En ningún caso puede suspenderse el vaciado al nivel del refuerzo longitudinal. Se deben proveer llaves en los sitios indicados en los documentos del contrato. se especifiquen llaves longitudinales estas deben ser al menos de 40 mm de profundidad en el caso de muros o entre muros y zapatas o losas.



En algunos casos no se dejan las bermas especificadas.

CORTESÍA SERVICIO INTEGRAL DE INGENIERÍA S.A.S



Inadecuada ejecución de juntas de construcción.

CORTESÍA SERVICIO INTEGRAL DE INGENIERÍA S.A.S



COLOCACIÓN Y CURADO DEL CONCRETO

El siguiente punto se refiere a la colocación y curado del concreto. En lo que respecta a la colocación, debemos tocar básicamente tres aspectos de suma importancia durante la ejecución de la obra: manejabilidad, compactación y curado del concreto.

Manejabilidad

La manejabilidad es una propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con que puede ser mezclado, manejado, transportado, colocado, compactado y terminado sin que pierda su homogeneidad. El grado de manejabilidad apropiado para cada estructura, depende del tamaño de los elementos, de la disposición del refuerzo y de los métodos de compactación y colocación. Es importante recordar que la manejabilidad del concreto se

mantiene por un periodo y es muy sensible a la temperatura y humedad ambiental. Un método para medir la manejabilidad es el ensayo de asentamiento en el cono de Abrahams o ensayo de "Slump".

Compactación

El concreto fresco colocado sin compactar contiene aire atrapado en exceso, que va en detrimento de la resistencia. Colocado de esta manera, será un concreto poroso, no tendría buena adherencia con el acero de refuerzo, más permeable y por lo tanto menos durable, por lo que el desempeño de la estructura no sería el

adecuado, resaltando la falta de adherencia con el acero de refuerzo cuando la estructura experimente una carga de importancia. Todo el concreto debe compactarse cuidadosa y ordenadamente durante su colocación, utilizando medios que permitan la adecuada colocación alrededor del refuerzo, de los elementos embebidos y de las esquinas de la formaleta. Un concreto mal compactado se detecta muy fácil en la obra.

En caso de que se presenten hormigueros –debido a una inadecuada compactación del concreto–, repararlo adecuadamente debe ser una tarea juiciosa y no un simple maquillaje. Se recomienda picar el elemento hasta encontrar concreto sano y colocar allí un concreto de reparación, desarrollado industrialmente siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante. En algunos casos la demolición es la única solución viable con consecuencias en tiempo y costo.



Hormigueros en una columna.
CORTESÍA SERVICIO INTEGRAL DE INGENIERÍA S.A.S

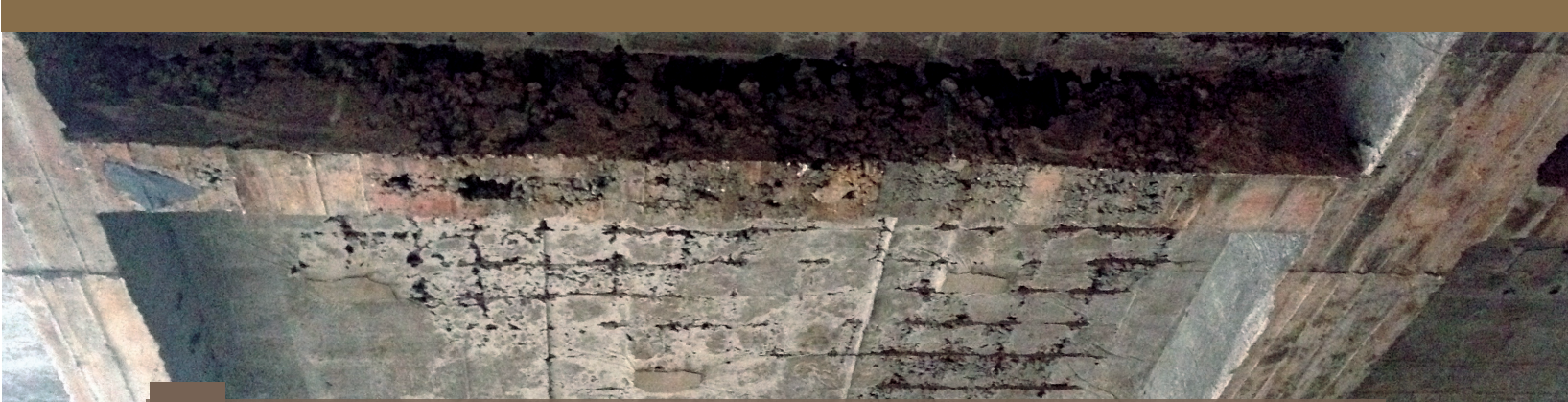
Curado

El curado es el proceso con el cual se mantienen la temperatura y el contenido de humedad adecuados en el concreto, durante los primeros días después de vaciado, para que se puedan desarrollar en él las propiedades de resistencia y durabilidad. Esta también es una labor a la cual no le prestamos suficiente atención en la obra. La NSR-10 recomienda realizar el curado durante al menos siete días (siete días y siete noches), en una operación continua y no esporádica.

Nada logramos con tener cilindros de concreto donde colocamos, compactamos y curamos perfectamente la mezcla, si en el frente de obra no tenemos los cuidados necesarios.

RECUBRIMIENTO

El siguiente punto que queremos destacar es el recubrimiento. Este debe entenderse como la protección mínima del acero de refuerzo, y en ocasiones no le ponemos la suficiente atención. Nuestro reglamento especifica con claridad los recubrimientos necesarios así como la tolerancia con la cual se consideran aceptables. Una constante en las obras es la localización de los arranques de los elementos verticales (muros y columnas) fuera de las tolerancias especificadas y barras de refuerzo “perreadas”, obviamente por fuera de los límites permitidos.



Aceros a la vista como consecuencia de un inadecuado recubrimiento de concreto.
CORTESÍA SERVICIO INTEGRAL DE INGENIERÍA S.A.S

TABLA 1: Concreto vaciado en sitio (no preesforzado).

Condición	Recubrimiento mínimo
(a) Concreto colocado directamente sobre el suelo y en contacto permanente con la tierra	75 mm
(b) Concreto expuesto a la intemperie o en contacto con suelo de relleno: Barras N° 6 (3/4") y 18M (18 mm) a N° 18 (2-1/4") y 55M (55 mm) Barras N° 5 (5/8") y 16M (16 mm) y menores	50 mm 40 mm
(c) Concreto no expuesto a la intemperie, ni en contacto con la tierra: Todos los tipos de refuerzo en losas, muros y viguetas: Barras N° 14 (1-3/4"), 45M (45 mm), N° 18 (2-1/4") y 55M (55 mm) Barras N° 11 (1-3/8") y 32M (32 mm) y menores En vigas y columnas: Refuerzo principal, estribos y espirales En cascarones y losas plegadas Barras N° 6 (3/4") y 18M (18 mm) y mayores Barras N° 5 (5/8") y 16M (16 mm) y menores	40 mm 20 mm 40 mm 20 mm 13 mm

TABLA 2: Las barras del refuerzo deben tener los recubrimientos mínimos dados a continuación. En ambientes agresivos deben utilizarse recubrimientos mayores que los mencionados, los cuales dependen de las condiciones de exposición.

Condición	Recubrimiento mínimo
(a) Concreto expuesto a la intemperie o en contacto con la tierra: En paneles de muros Barras N° 11 (1-3/8") y 32M (32 mm) y menores Barras N° 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y N° 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) En otros elementos Barras N° 5 (5/8") ó 16M (16 mm) y menores Barras N° 6 (3/4") 18M (18 mm) a N° 11 (1-3/8" ó 32M (32 mm) Barras N° 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y N° 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm)	20 mm 40 mm 30mm 40 mm 50 mm
(b) Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con la tierra: En losas, muros y viguetas Barras N° 11 (1-3/8") ó 32M (32 mm) y menores Barras N° 14 (1-3/4"), 45M (45 mm), N° 18 (2-1/4") y 55M (55 mm) En vigas y columnas: Estribos, Flejes y Espirales Refuerzo principal En cascarones y placas plegadas Barras N° 5 (5/8") ó 16M (16 mm) y menores Barras N° 6 (3/4") ó 18M (18 mm) y mayores	16 mm 30 mm 10 mm db, pero no menor de 16mm, ni hay necesidad de exceder 40mm 10 mm 20 mm

Barras en paquetes

Para barras en paquetes el recubrimiento mínimo de concreto debe ser igual al diámetro equivalente del paquete, sin necesidad de ser mayor de 50 mm, excepto para el concreto vaciado contra la tierra y permanentemente expuesto a ella, cuyo recubrimiento mínimo debe ser de 75 mm.

Ambientes corrosivos

En ambientes corrosivos u otras condiciones severas de exposición, la protección de concreto debe aumentarse convenientemente para lo cual debe tenerse en cuenta la impermeabilidad del concreto; de lo contrario debe proporcionarse otro tipo de protección.

Refuerzo en espera

El refuerzo expuesto, los aditamentos y las platinas que sean conexiones en espera de una futura continuación de la construcción, deben protegerse de la corrosión.

Protección contra el fuego

Cuando a juicio del ingeniero diseñador, el supervisor técnico o por solicitud del propietario se requieran recubrimientos mayores de los indicados, para protección contra el fuego, deben utilizarse los recubrimientos contra el fuego que determine el ingeniero diseñador. Además, deben cumplirse los requisitos del Título J de la NSR.

Concreto abujardado

En los elementos de concreto cuya superficie exterior se pica o abujarda por razones estéticas, los recubrimientos dados en esta sección deben aumentarse en 10 mm en aquellas caras que se piquen.

Finalmente, el acero de refuerzo, el acero de preesfuerzo y sus ductos, deben colocarse y apoyarse cuidadosamente de acuerdo con las medidas indicadas en los planos y las tolerancias que se indican en la Tabla 1. Además debe asegurarse adecuadamente para evitar que se mueva al colocar o vibrar el concreto. La variación de la altura útil d o del recubrimiento no debe exceder las tolerancias que se dan en la Tabla 1.

REMOCIÓN DE FORMALETAS

El penúltimo punto que queremos tratar es lo que tiene ver con la remoción de formaletas. Este es uno de los procedimientos de obra que más se nota en general que no se cumple adecuadamente. Se piensa erróneamente que cuando el concreto alcanza su resistencia de diseño es suficiente para retirar los elementos de soporte y no tomamos en cuenta las cargas de construcción, que en la gran mayoría de casos superan las cargas de diseño.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL CONCRETO

El último punto se refiere al análisis e interpretación de resultados de concreto. Nuestro reglamento es claro al respecto: "A menos que se especifique lo contrario, el $f'c$ real se debe obtener por medio de ensayos a los 28 días y el valor debe corresponder al promedio de los resultados obtenidos de dos cilindros del mismo concreto, y ensayados el mismo día. Si se especifica una edad diferente de 28 días para la determinación del $f'c$ real, esta edad debe estar claramente marcada en los planos y especificaciones".

ENSAYO DE MUESTRAS CURADAS EN EL LABORATORIO

Para el ensayo de resistencia, las muestras se deben tomar de conformidad con la norma NTC 454. Los cilindros para el ensayo de resistencia, deben fabricarse y curarse de conformidad con la norma NTC 550 y ensayarse según la norma NTC 673. El nivel de resistencia para cada clase de concreto se considera satisfactorio si cumple simultáneamente los siguientes requisitos:

- (a) Que los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), igualen o excedan el valor nominal especificado para $f'c$ y $f'cr$
- (b) Que ningún resultado individual de los ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), tenga una resistencia inferior en 3,5 MPa, o más, a $f'cr$.

Si no se cumple cualquiera de los requisitos de esta sección, se deben tomar de inmediato las medidas necesarias para aumentar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia.

Nótese que el reglamento básicamente habla de ensayos y aceptación de resultados a 28 días; en obra se obtienen resultados que no cumplen con lo expuesto anteriormente en el reglamento y decimos erróneamente "esperemos el resultado a 56 días" y esto no es una práctica sana: ¿si a los 56 días el resultado del ensayo no es satisfactorio, qué hacemos? ¿Cuántos pisos de más tenemos en la edificación? ¿Qué es un resultado satisfactorio a los 56 días?

Un resultado bajo a los 28 días es, por lo general, fruto de un resultado bajo a los 7 días, y ahí es cuando se deben prender las alarmas, no a los 56 días. Cualquier resultado bajo a los 28 días requiere la intervención del diseñador estructural, él es la única persona que puede tomar una decisión al respecto, no el supervisor técnico. **C**