

Cronología Profesional: Adiestramiento en Ingeniería en el departamento de producción de la Humble Oil-Refining Company, en Pleasanton, Texas, durante el verano de 1959. Ingeniero Químico en la División de Servicios Técnicos, Monsanto Chemical Company en 1960, Químico Nuclear Investigador de la Fuerza Aérea Estadounidense de 1960-63. En el Southwest Research Institute, ha desempeñado los siguientes puestos desde 1963: Ingeniero Investigador en el Desarrollo de Procesos y Productos de 1963-67; Ingeniero Investigador Titular en el Desarrollo de Procesos y Productos de 1967-69; Ingeniero Investigador Titular en el Desarrollo de Sistemas, Departamento de Investigación Automotriz, desde 1969 a la fecha.

Miembros: Water Pollution Control Federation; Texas Water Pollution Control Association; American Ordnance Association; Tau Beta Pi; Phi Eta Sigma; Phi Lambda Epsilon.

Ha publicado más de 30 trabajos relacionados con las propiedades y aplicaciones del azufre.

William J. Rennie

Realizó estudios a nivel de Bachiller en Ciencias aplicados a la Química en la Universidad de Salford en Salford, Inglaterra. Recibió dicho título en 1966. Posteriormente cursó estudios avanzados en la Universidad de Essex en Colchester, Inglaterra. En 1969 concluyó estos estudios y obtuvo así su grado de Doctor en Filosofía.

De 1969 a 1973 laboró en calidad de Investigador Asociado en el Alberta Sulphur Research Ltd.

Actualmente es el coordinador de proyectos para el Instituto de Investigación del azufre de Canadá (Sulphur Development Institute of Canada, SUDIC).

## CONCRETO ARQUITECTÓNICO COLADO EN EL LUGAR

### COMPACTACION Y CONSTRUCCION DEL CONCRETO ARQUITECTONICO COLADO EN EL LUGAR

James M. Shilstone\*

#### RESUMEN

Las construcciones de concreto arquitectónico colado en el lugar están siendo usadas cada vez más por los arquitectos como un medio para exhibir la estructura de los edificios. Los hombres en la industria de la construcción han utilizado los procedimientos para trabajar el concreto con miras a producir integridad estructural. Rara vez las estructuras habían quedado expuestas, generalmente quedaban revestidas con otros materiales.

Para poder transformar el acabado estructural a la creación arquitectónica deseada, ciertas prácticas estándar deben ser cambiadas. Estas prácticas se refieren a los componentes del concreto, el proporcionamiento, detalles del acero de refuerzo, la entrega y colado del concreto, técnicas de compactación, el material de la cimbra, agentes de relajamiento para formar las juntas, sistema de amarre del encofrado, los horarios para el descimbrado, acabados, curado, medidas correctivas y el sellado.

Para poder cumplir efectivamente el trabajo deseado por el arquitecto, el constructor debe mejorar la calidad de su mano de obra, tanto cuando con un carpintero que trabaja con madera tosca, mejora su calidad al hacer un gabinete.

Todos los aspectos serán ilustrados con transparencias.

\* Presidente de Architectural Concrete Consultants, una división de General Portland, Inc.

## INTRODUCCION.

El concreto arquitectónico colado en el lugar y el concreto estructural son materiales de construcción completamente diferentes, aunque ambos realizan una función semejante al respecto, la de soporte estructural.

Una relación análoga entre concreto estructural y concreto arquitectónico puede encontrarse al comparar el trabajo de carpintería de obra con el trabajo de un taller de carpintería. Cada persona que especifica reconoce que si fuera a incluir dentro de las especificaciones de trabajo de taller de carpintería, las especificaciones de carpintería de obra, los resultados de los trabajos del taller no serían de la calidad actualmente esperada. Desafortunadamente, el concreto se ha considerado en su concepto genérico amplio y frecuentemente se han hecho intentos para incluir en las especificaciones dentro de los requisitos estructurales, los tratamientos arquitectónicos. Cuando se sigue esta práctica, los tratamientos especiales para los acabados arquitectónicos carecen de énfasis.

El concreto estructural es aquel material que se utiliza únicamente por su valor estructural, y que no ha de ser una característica arquitectónica, es aquel material que va escondido. Los que diseñan y especifican deben reconocer que cualquier resultado de calidad arriba de aquél esperado para el concreto estructural requerirá detalles y especificaciones especiales para asegurar que los resultados producidos fueron los que se desearon. Si esto no se hace, sólo se puede esperar que el producto presente la apariencia de concreto estructural.

Con el fin de asegurar que se le dé la debida importancia a los detalles especiales necesarios para lograr los resultados deseados en el concreto arquitectónico, se recomienda que estos detalles formen parte de una sección por separado en la división del concreto. La sección debe incluir en el primer párrafo un escrito de que la cláusula sobre concreto estructural regirá todos los casos concernientes a la integridad estructural del edificio, pero "esta sección regirá todos los casos relacionados para lograr la apariencia del concreto arquitectónico".

La terminología empleada en este monograma está en conformidad con el reporte titulado "Terminología del Cemento y Concreto" (Cement and Concrete Terminology) del Comité 116 del Instituto Americano del Concreto. Dicho reporte está disponible en la publicación del ACI SP-16. Esta referencia se recomienda para la biblioteca de quienes hacen especificaciones.

Este monograma fue preparado por el Dallas Chapter, CSI, con la asistencia y consejo técnico del Sr. James Shilstone, Presidente de Architectural Concrete Consultants, una división de General Portland, Inc.

## DISEÑO.

La decisión de usar concreto arquitectónico normalmente sigue después de que se ha establecido el diseño del edificio y la ventanería. El diseño final del edificio, la ubicación del proyecto y el presupuesto, son factores que

## CONCRETO ARQUITECTONICO COLADO EN EL LUGAR

3

influyen las decisiones concernientes al concreto arquitectónico. Una vez establecido el diseño, debe considerarse el debido dimensionamiento de la sección. El tamaño de la cimbra, los requisitos de refuerzo y colado, y aun el descimbrado deben afectar el dimensionamiento de la sección. Así mismo, si la sección será empleada estructuralmente, ésta tendrá mayor efecto sobre la selección del procedimiento de construcción óptimo. Por ejemplo, frecuentemente las secciones largas y esbeltas son características arquitectónicas que no se necesitan para la integridad estructural del edificio. Estas quedan mejor pre-coladas. Los pre-colados arquitectónicos y los colados en el lugar pueden hacerse para que coincidan. Dictar métodos arbitrarios por razones filosóficas, comúnmente dará malos resultados.

También debe considerarse en el diseño la repetición de dimensiones en las secciones. Los requisitos de presupuesto y mano de obra pueden dictar la necesidad de emplear un gran número de veces la misma cimbra.

Para el proyectista, el concreto ha sido considerado durante mucho tiempo como un material plástico al que se le puede dar cualquier forma. La connotación de este concepto es de que es altamente moldeable bajo prácticamente todas las condiciones para lograr casi cualquier forma. Esto parece avocar variaciones en la configuración y/o dimensión de acuerdo a los deseos del proyectista. Sin embargo, el empleo efectivo del concreto arquitectónico requiere tanta disciplina como para planear el uso de ladrillo. Cada uno es altamente modular. Se puede tomar alguna ventaja con la plasticidad del material pero dentro de las restricciones de la habilidad del trabajador en la obra, para cumplir con el trabajo planeado. Es mejor considerar las cimbras como las secciones modulares, los cuales pueden ensamblarse de varias maneras para lograr su máximo reuso, pero también para lograr una multiplicidad de claros y configuraciones. Esto no es como el ladrillo modular, en el que, el material es la clave en vez de la sección formada.

Se proporciona la tabla 1 titulada "Guía para el diseño del concreto arquitectónico" como una referencia rápida para las personas que especifican, para evaluar la importancia relativa de muchos detalles relacionados con el logro de un concreto arquitectónico con varios acabados. Esta gráfica fue discutida extensamente en la publicación de mayo de 1973 de la "Architectural Record", y en la de Agosto de 1973 de "Concrete Construction". La clasificación numérica de la importancia relativa para cada detalle indica el grado de cuidado y atención necesario para lograr buenos resultados, así como su influencia en el resultado final para el acabado seleccionado. La calidad de la mano de obra que sería necesaria para un buen concreto estructural se indica en la gráfica común 4: Un "1" significa que aquello a que corresponde debe recibir sumo cuidado ya que tendrá mayor impacto sobre los resultados arquitectónicos "2" y "3" son expresiones similares para grados intermedios. La persona que especifica se ve en la necesidad de emplear esta gráfica como una guía para preparar su reporte y, para verificar que otros ya han tomado en cuenta debidamente aquellos detalles que debieron ser considerados.

## INVESTIGACIONES DEL LUGAR.

Una vez que se ha establecido el diseño básico, el siguiente paso importante es una investigación del lugar. La eficiencia o economía se puede ganar o perder en base a las decisiones tomadas con respecto a lo que se encuentre durante la investigación. Los materiales disponibles y la capacidad de producción de concreto de una planta, son factores importantes que afectan el costo. El arquitecto debe determinar qué cemento y agregados son utilizados en el lugar, y cuál

sería el costo y conveniencia de traer materiales especiales. El arquitecto debe revisar las instalaciones de la planta de concreto para establecer su capacidad para manejar los agregados y cementos seleccionados, y su capacidad para producir los volúmenes de concreto requeridos. A menudo, los materiales empleados los fijará la capacidad del productor de concreto si es que el proyecto debe de mantenerse dentro del presupuesto.

Otros factores locales que afectan el diseño son: Leyes, órdenes que limitan el uso de abrasión por chorro, procedimientos de construcción del lugar, la disponibilidad y calidad de mano de obra. La investigación del lugar también presenta la ventaja de familiarizar a los productores de concreto con el proyecto. Muchas sorpresas desagradables pueden evitarse durante la fase de obtener precios, si el arquitecto ha establecido buenas comunicaciones con los productores locales.

#### MUESTRAS.

Después de que se ha establecido el diseño y se han tomado en consideración los factores locales, se deben colar muestras para verificar los acabados y técnicas. Hay 3 tipos de muestras. La muestra del diseño de acabado, la muestra del acabado objetivo (final) y la de acabados.

Las primeras muestras generalmente son pequeñas y coladas "cara abajo" bajo condiciones de laboratorio. Son para las evaluaciones iniciales de los posibles acabados para el proyecto. Rara vez son adecuadas para presupuestar.

La muestra del acabado objetivo cuadrada de por lo menos 45.72 ó 60.60 cm (18 ó 24 pulg) de lado, debe ser colada empleando el método o métodos propuestos para construcción en obra. Esta muestra puede implantar un objetivo para el acabado y mostrar algunas de las variables que se esperan. Aun esta es demasiado pequeña para mostrar todas las variaciones que pueden (y van) a ocurrir en la construcción. Esta muestra es apropiada para fines de presupuesto.

Una sección de dimensiones típicas con los acabados, debe ser construida por el contratista, incluyendo la mezcla de concreto seleccionada, cimbras, métodos de construcción, formas y acabados. Una de estas muestras debe ser empleada para establecer las últimas condiciones de aceptabilidad, mostrar las variables esperadas, probar la habilidad del contratista para realizar el trabajo, para descubrir fallas en el diseño relacionados con la facilidad de construcción. Por lo tanto, el acabado es un elemento esencial para el diseño y los procedimientos de construcción. Los errores cometidos después de esta etapa, quedarán visibles para siempre. La muestra de acabados debe construirse durante el inicio de la construcción para permitir revisiones.

#### PRESUPUESTO.

Para lograr acabados de calidad arquitectónica, en vez de estructu-

ral, son necesarios materiales de mayor calidad y mejores técnicas de construcción. Cada uno de estos detalles puede ser objeto de un costo definido en el proyecto, y debe incluirse en el presupuesto. Se recomienda que la persona que vaya a fijar las especificaciones, determine en base a una fuente apropiada, el presupuesto destinado para lograr los acabados arquitectónicos deseados. Este presupuesto puede tener una gran influencia sobre las especificaciones, y servir como base para proyectar las posibilidades de lograr los resultados deseados.

Aquellos elementos que deben ser considerados en el costo son: la mezcla de concreto, las cimbras, un sistema especial de tirantes, acero de refuerzo, precisión en la instalación, técnicas especiales de colado, un mayor esfuerzo durante la consolidación (vibrado), para asegurar una mejor calidad, itinerarios especiales de descimbrado, técnicas de acabado, limpieza, y el sellado final. El presupuesto generalmente se expresa en costo por pie cuadrado o metro cuadrado de superficie acabada. Para relacionar los costos del presupuesto, los cuales a veces se expresan en base al costo por metro<sup>2</sup> (pie<sup>2</sup>) mientras otros se definen en costo por m<sup>3</sup> (yd<sup>3</sup>), debe existir una correlación. Deben determinarse el volumen de concreto que formará las superficies expuestas, y el área existente entre m<sup>2</sup> (pies<sup>2</sup>) y m<sup>3</sup> (yd<sup>3</sup>). Empleando esta relación, es posible expresar todas las partidas del presupuesto en costo por m<sup>2</sup> (pie<sup>2</sup>)

El costo del concreto arquitectónico puede ser comparado con el de otras técnicas de acabado. Cuando se hacen tales comparaciones, se necesitan todos los detalles relacionados con lograr el acabado específico. Por ejemplo, una mano de pintura comparada con concreto estructural simple cuesta más que el producto más el costo de la mano de obra para aplicarla. Antes de que se aplique la pintura, el contratista normalmente selecciona una mejor calidad en el material para la cimbra que aquél que empleó en la cimbra del cimiento, también toma más cuidado en el colado y consolidación, llena las oquedades y desprende las rebabas antes de tallar la superficie y después aplica la capa de pintura. Bajo este análisis, muy pocas pinturas cuestan menos de \$101.00 M.N. por m<sup>2</sup> (\$0.75 U.S. Dlls por pie<sup>2</sup>). El resultado en el concreto arquitectónico puede ser obtenido por un valor superior a \$101.00 por m<sup>2</sup> sobre el concreto estructural. Este es un margen en el presupuesto. Presupuestos económicos son posibles cuando el diseño se presta a construcción eficiente. Hay casos cuando los detalles de diseño son forzados y las condiciones de un presupuesto económico, tienden más a relacionarse a la arquitectura básica que a obtener el acabado de concreto. La construcción de concreto más económica es la que sigue la secuencia natural de construcción y que acepta líneas articuladas en las juntas de construcción.

#### CIMBRAS.

Como se mencionó anteriormente, se debe considerar la cimbra como el material modular para la construcción del concreto arquitectónico. Reconocer el efecto fundamental que producen las cimbras es la clave para seleccionar adecuadamente el material para la cimbra y los acabados propios para cada proyecto. Mientras que para el concreto estructural simple, la madera de triplay marino impregnada con aceite es un producto aceptable, no es útil en la construcción con concreto arquitectónico excepto como marco para el forro. Con muchas calidades en materiales para cimbra desde madera de triplay marino, plástico reforzado con fibra de vidrio, acero, elastómeros tanto rígidos como flexibles, y otras innovaciones que constantemente entran en el mercado, hay una gran cantidad de opciones. Cada una tiene su lugar y producirá un resultado específico.

Se deben evitar frases tales como: "madera de triplay marino, plástico reforzado con fibra de vidrio, acero u otros materiales que puedan ser adecuados para producir el acabado intensionado". Tales declaraciones aseguran que los contratistas quienes buscan un modo más económico de realizar el trabajo van a plantear usar el material para cimbra que será el más económico y que ciertamente no será el mejor para lograr el acabado deseado. Tales variaciones en la calidad sólo pueden asegurar un resultado final de menos calidad.

El acabado que pretendemos puede separar rápidamente varias posibilidades para seleccionarse como cimbra. Los factores claves son si el concreto va o no a permanecer en la misma condición como se coló, o si la superficie va a ser tratada para aplicar posteriormente una técnica de acabado. También influyen la repetición de usos de la cimbra y la disponibilidad de la mano de obra de carpintero en el área. Al ser mayor el número de veces en que se utiliza la cimbra, mayor debe ser la calidad de la misma la cual se especifica en un sentido económico. Cuando una cimbra puede usarse entre 12 y 15 veces, la naturaleza del material para la cimbra tiene poco efecto sobre el costo, siempre y cuando los materiales utilizados son los adecuados para el acabado. Cuando faltan carpinteros debido a demandas de construcción en el área, se prefieren las cimbras construidas en taller, las cuales minimizan la necesidad del trabajo del carpintero. Aunque las cimbras de taller pueden costar un poco más, se puede acelerar la construcción.

Superficies lisas como fueron coladas o áreas planas de gran extensión, son entre los acabados más difíciles que un contratista puede tratar de lograr con concreto arquitectónico.

Cada variación o mancha se acentuará cuando se le ve sobre una superficie plana muy extensa. Se sugiere que donde vayan a estar expuestas grandes superficies planas, se considere una textura de naturaleza tal que tienda a minimizar la visibilidad de aquellas variaciones inherentes aun en la construcción con concreto de calidad arquitectónica. Con ello se aumentarán las probabilidades de lograr con éxito el resultado planeado. Se puede encontrar una relación interesante en la gráfica 1 al sumar todos los números con cada columna exclusivamente aquellos bajo "Acabado". Al ser el número más alto, más fácil es lograr el acabado; 144 es para concreto estructural. Se encontrará que para una cimbra absorbente con una superficie lisa como fue colada, la suma es una de las más bajas (71) en cualquier columna de la gráfica. Esto debe compararse con la columna de la cimbra no-absorbente con textura (95). La suma para la técnica de construcción para dar un acabado "martelinado" el de 109, pero la técnica de acabado es cara.

Es necesario darnos cuenta de la importancia que tiene la selección de cimbras absorbentes contra las no-absorbentes para superficies coladas en el lugar, y el de comprender el proceso químico en el concreto. Cuando reaccionan el cemento Portland con agua, se forma un producto secundario de hidróxido de calcio. El hidróxido de calcio es soluble en el agua y se mueve junto con ella en la mezcla de concreto hasta el punto en que finalmente se deposita como resultado de la evaporación del agua o se ve implicada en la reacción química. Cuando se deposita se convierte en un cristal claro el cual no es estable. Después de estar expuesto a la atmósfera durante un período corto, el hidróxido de calcio reacciona con el dióxido de carbono para formar carbonato de calcio -mejor conocido como eflorescencia-. Se puede predecir el color final de la superficie cuando se detecta el depósito de hidróxido de calcio. Cuando la cimbra es del tipo absorbente el hidróxido de calcio puede emigrar, especialmente en el primer colado cuando están abiertos los poros, a la madera en vez de depositarse en o sobre el concreto. Cuando se retira la cimbra, la superficie de concreto se separa del resto ya que se convirtió en parte de la cimbra. El concreto tenderá a un color oscuro y una superficie algo porosa como arenosa. Cuando la cimbra no es absorbente y el agente liberador se ha aplicado en tal manera que no tenga ningún efecto sobre el fraguado de la capa superficial, el hidróxido de calcio se depositará sobre la superficie del concreto y el color del concreto será muy claro. Se puede pensar que el medio para lograr en el concreto un color oscuro es el de utilizar cimbras absorbentes

Sin embargo, aún no se conoce el material para lograr tales resultados a un costo razonable. Cimbras de madera sin tratar son por naturaleza variables en absorción debido a variaciones en la densidad causadas por los diferentes períodos de formación de la madera.

A partir de lo anterior, se manifiesta que una madera natural, aun cuando se le aplica un agente liberador, producirá variaciones en color a la superficie de concreto. Para minimizar estas variaciones, es útil sellar antes de usar se, cada pieza de madera por todos los lados. Esto no excluye los requisitos para usar el agente liberador. Para minimizar las variaciones en color esperadas en el primero y segundo colado, se pueden tratar las cimbras con una lechada de cemento Portland antes de utilizarlas por primera vez en la construcción. La capa de lechada deberá ser de por lo menos 1.27 cm (1/2 pulg) de espesor para que resulte fácil quitarla de la cimbra. Esto sería un factor en el costo del proyecto. Si no se tratan bien las cimbras con tablas sellándolas antes de su primer uso, se puede esperar que se deteriore después de 3 usos aproximadamente.

El pino requiere comentario especial. Este material debe evitarse debido a la savia, la cual no se elimina en el curado, es por naturaleza ácida y que en cualquier tiempo puede emerger a través del sellado y del agente liberador, y colocar el concreto alcalino en un medio ácido cuando está tomando lugar el fraguado. El resultado es una falta de reacción en el concreto y la superficie es nulificada resultando en una apariencia moteada y polvorienta. También, este tipo de madera para cimbra está sujeta a variaciones considerables en sus dimensiones con los cambios de humedad.

Hay muchos tipos de madera de triplay que pueden utilizarse para el concreto arquitectónico liso. La mayoría tiene algún tipo de tratamiento que cause que sean no-absorbentes. Un producto introducido durante la última década a los Estados Unidos desde Finlandia fue un material para cimbra de 1.9 cm (3/4 pulg) formado por 14 chapas de abedul con las superficies impregnadas con resina fenólica. Otros productos de madera de triplay de Finlandia se han introducido recientemente en el mercado de Estados Unidos. Las especificaciones de la Asociación Finlandesa para la Investigación de la madera de triplay no son tan estrechas como aquéllas para el producto originalmente importado.

Se encuentran disponibles cimbras no-absorbentes en una gran cantidad de materiales. En algunas ocasiones, se pueden aplicar recubrimientos de vinilo liso para pisos como forro para cimbras estructurales de madera de triplay. Es necesario un cuidado especial para asegurar una adherencia uniforme con la cimbra estructural. Generalmente se utiliza acero cuando se requieren gran número de reusos o construcción con una presión total. Se sugiere precaución porque hay dos métodos diferentes para rolar la placa de acero. Las variaciones en las técnicas de rolado puede causar variaciones en la apariencia del concreto colado en los dos tipos diferentes de metal. A menos que se tome precaución para evitar este hecho, el enmohecimiento de las superficies de la cimbra también puede ser un problema si las cimbras no se protegen adecuadamente.

El plástico reforzado con fibra de vidrio puede ser una solución ideal en casos donde se usa una pieza de cimbra para 2 o más caras adyacentes en el concreto. Como ejemplo mencionaremos el frente y los lados de una columna, una cara y la base de una viga. Tales cimbras aseguran que no habrá filtraciones en las esquinas completamente selladas -por lo tanto, disminuye una de las variaciones más objetables para la construcción con concreto arquitectónico. A algunos diseñadores no les gustará las esquinas ligeramente redondeadas, pero tampoco prefieren líneas de filtración.

Recientemente se han introducido forros para cimbra hechos de cloruro de polivinilo suave o elastómeros que permiten la selección de una diversidad de acabados. Los forros para las cimbras se pueden fabricar de tal manera que incluyan las texturas o grabados que resultaran en bajo relieve en el concreto, pero que

también resulten fácil de despegar. El factor de repetición de usos varía de acuerdo con la calidad del material, el cual a su vez varía con el costo unitario. Otra característica adicional de estos materiales suaves es que es menos la acumulación del hidróxido de calcio sobre su superficie de contacto. El concreto presenta una apariencia "suave" comparándola con un concreto colado en una cimbra pesada. La persona que especifica debe estar pendiente de los cambios en los materiales comerciales para cimbra. Bastante investigación se ha realizado recientemente, la cual puede resultar en la innovación de una cimbra que no requiera la aplicación de un agente liberador y que a la vez sea económico.

Al discutir las cimbras, se debe considerar el uso de un agente liberador. Este agente puede afectar el fraguado del concreto superficial cuando éste se aplica en una manera sobrada o no-uniforme. Aunque se dice de muchos productos que no manchan ni decoloran el concreto, estos problemas sí pueden presentarse en el campo. También, el utilizar diferentes agentes puede tener influencia en el color de la superficie del concreto. Naturalmente, este producto y su aplicación son críticas para superficies que permanecen como fueron coladas. Lo anterior se minimiza cuando se decide eliminar la capa superficial.

Cuando la superficie del concreto va a someterse a la abrasión por chorro, a un amartillado u otras técnicas, puede ser importante para el que especifica, un conjunto diferente de circunstancias. La preocupación principal ya no es el hidróxido de calcio, sino que serán las juntas. Se deben vigilar cuidadosamente las cimbras de madera de triplay para determinar si se están agrietando o deteriorando de tal manera que afecten el acabado arquitectónico. La madera de triplay puede tener la tendencia a agrietarse si se deja con la cara de contacto expuesta a la luz solar, después de estar en contacto con el concreto. Cuando esta cimbra se utiliza de nuevo, absorberá humedad por las grietas cambiando así la relación agua-cemento del concreto en estos lugares. Ello resultará en la aparición de vetas oscuras en el concreto y que si una textura burda ocultará esta discontinuidad.

Si se utiliza una cimbra con material modular, y la superficie que se va a colar es mayor que la del módulo, se debe considerar cómo tratar las juntas resultantes. Las juntas en la cimbra pueden cubrirse con cinta cuando el acabado final se va a lograr utilizando un "mastelinado" o una abrasión por chorro media o pesada. Precaución: la cinta no se adhiere al agente liberador de la cimbra. Se debe utilizar este producto con cuidado. Muchos contratistas han obtenido diferentes resultados con diferentes productos. El producto que se vaya a utilizar deberá verificar su resultado en la muestra de acabados. Cuando se desea una textura lisa, la deformación en la cinta no podrá ser eliminada por las técnicas de acabado, así que se recomiendan otras técnicas para tratar las juntas.

Debido a que la madera de triplay tiene una tolerancia en su espesor, se puede esperar que piezas adyacentes varíen en espesor, lo cual causa una discontinuidad en el concreto. Se recomienda que la localización de las juntas sea planeada por el diseñador y que las especificaciones indiquen que no haya juntas a tope en otros lugares, sólo en aquéllos escogidos por el diseñador.

Estas deben ser articuladas por medio de una canal rústica. Esta canal se hace mejor de madera cuidadosamente sellada antes de aplicar el agente liberador. La canal debe tener suficiente holgura para asegurar una separación fácil. Deberá estar ligeramente clavada a la cimbra para asegurar que se desprenda de la cimbra durante el descimbrado.

Se pueden sugerir muchas otras posibilidades para minimizar el efecto visible de las juntas a tope. Estas posibilidades deben probarse en la muestra para acabados antes de implantarla en el edificio. Las soluciones alternas deben

estar en lo razonable dentro de la tecnología. Se pueden crear ciertas condiciones en la muestra para acabados que pueden causar una impresión falsa. Obviamente éstas deben evitarse.

Habrán ocasiones cuando el diseñador seleccione un acabado mediante "chorro ligero", y no quiera articular la localización de las juntas a tope. Se le puede asegurar que las juntas a tope quedaran visiblemente acentuadas con la técnica de acabado. Cuando no se desea una articulación, la solución adecuada es un forro que cubra completamente la superficie de la cimbra estructural.

Las filtraciones de cualquier tipo en las cimbras resultará en una decoloración oscura alrededor del punto de fuga. La humedad y pasta que se fugan del concreto colado nunca se repondrán excepto con un resane. Por lo tanto es de capital importancia evitar las fugas y filtraciones. En muchas ocasiones se han utilizado chaflanes en las esquinas con el fin de disminuir las fugas. Si no se sellan los chaflanes a la cimbra, la filtración de humedad y pasta ocurrirá en dos puntos en vez de una. Se recomienda que se sellen todas las esquinas y juntas de construcción para tener una protección adecuada contra las filtraciones. El sellado debe hacerse con una cápsula sellada de neopreno compresible con adhesión por un lado para que se fije a la cimbra.

El sistema de tirantes para la cimbra es otra consideración importante. Se recomienda que los que especifican se familiaricen con los proveedores de accesorios para concreto en el área, y obtener catálogos de los diferentes tipos de sistemas de tirantes. Recientemente se ha popularizado el tipo de tirante con cono, pero ha resultado muy caro. Es difícil referirse a alguna cifra de costo debido a las fluctuaciones en los Estados Unidos, pero el costo mínimo de un tirante con cono, instalado, desmontado, sellado y acabado en el lugar es de \$1.75 Dls. por tirante. Otra alternativa para este sistema se encuentra con formas más pesadas con acero de respaldo y pernos cónicos en ubicaciones mínimas para sustituir la multiplicidad de tirantes cónicos. El elevado costo de cimbras de alta calidad será repuesto por el ahorro en los tirantes de cimbra y en el tiempo de colocación de la cimbra. Cuando los pernos son usados, la cara arquitectónica debe estar en el lado pequeño del perno para evitar el astillado en franjas.

La filtración es importante en la unión de las esquinas. Todos los sistemas de tirantes deberían incluir un detalle de prevención segura de filtraciones. Los ojos de buey alrededor de los agujeros de los tirantes no se consideran generalmente atractivos. Esto ocurre cuando hay todavía una pequeña filtración en el lugar del tirante.

#### ACERO DE REFUERZO.

El proyecto debe ser planeado a detalle, teniendo en mente el colado adecuado del concreto. Siempre se deberá mantener un espacio de trabajo suficiente durante la consolidación. Debe ser considerada la cantidad de concreto capaz de ser colada a la vez al planear la localización de juntas y biselación. Si la dimensión de una sección en particular no proporciona un espacio de trabajo adecuado, o presenta cierta dificultad para que el trabajador en la obra cumpla los resultados fijados, deberá ser considerado otro método de construcción u otro detalle del refuerzo. Los resultados visibles finales serán regidos por el espacio para trabajar proporcionado al trabajador en la obra. Dicho de una manera sencilla, el mayor problema con una sección de concreto reforzado es lograr ganar espa-