

Nº 3
REV.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**Función del Concreto Premezclado
en la Industria de la Construcción**

T E S I S
Que para obtener el Título de
I N G E N I E R O C I V I L
P r e s e n t a

VICTOR DE ALBA PEREZ

México, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Página
1. ANTECEDENTES.	1
2. EL CONCRETO PREMEZCLADO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	5
3. FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE CONCRETO PREMEZCLADO.	9
4. ENTREGA Y COLOCACION DEL CONCRETO EN LA OBRA.	36
5. VENTAJAS DEL USO DEL CONCRETO PREMEZCLADO.	54
6. CONCLUSIONES.	57



CAPITULO 1. Antecedentes.

El origen del concreto se remonta al año de 1756 cuando John Smeaton utilizó una marga calcinada de cal para la construcción del faro de Eddystone en Inglaterra.

En 1824, Joseph Aspdin, un albañil inglés, adquirió una patente en Inglaterra para fabricar lo que universalmente se conoce como Cemento Portland. A partir de esa fecha, el desarrollo del concreto ha sido incesante.

Las primeras aplicaciones del concreto fueron hechas por Joseph Monier en 1845 y casi simultáneamente, en 1849 Joseph Louis Lambert construyó una barca de concreto armado, la cual se conserva en el Museo de Travaux Publics, París.

Al finalizar el Siglo XIX, antes de que se generalizara el empleo del acero de refuerzo, era usual colocar mezclas de concreto bastante secas compactadas mediante grandes pisones. Al comenzar el Siglo XX, con el uso generalizado del acero de refuerzo, se cambió al empleo de mezclas muy fluidas.

En la tercera década del Siglo XX, Abrams formuló el principio de la relación Agua - Cemento, se implantó el mezclado mecánico y se encontraron las ventajas que resultan cuando los agregados se clasifican en tamaños distintos, elaborando mezclas de consistencias más

apropiadas para los diferentes sistemas de construcción, manejo, co
locación y consolidación.

El concreto revolucionó la industria de la construcción en México a principios del Siglo. La primera construcción realizada en México a base de este material se ejecutó en el año de 1902. A partir de entonces fué notable el adelanto en las construcciones urbanas, al obtenerse estructuras muy ligeras en comparación con los pesados bloques de piedra unidos entre sí con aglutinantes de propiedades físicas y mecánicas poco conocidas. También fueron notorias las mayores facilidades de fabricación y de construcción, descubriendo la extraordinaria adaptabilidad de este material a cualquier forma o molde.

Nacimiento del Concreto Premezclado.

Los primeros intentos para desarrollar equipo mezclador móvil para concreto premezclado se efectuaron a principios de este Siglo en los Estados Unidos, donde todo nos indica que nació el Concreto Premezclado, siendo hasta después de la 1a. Guerra Mundial, entre 1921 y 1926, que se empezó a producir y distribuir el Primer Concreto Premezclado. Por lo que se refiere a América Latina por estas fechas, se iniciaba algo en Caracas, Venezuela. Algo se estaba pensando pa

ra Brasil y Argentina, pero nada importante. Las condiciones en Venezuela eran favorables debido al alto costo de la mano de obra. En Cuba comenzó a funcionar en 1944.

El Concreto Premezclado en México.

El concreto premezclado nace en la Ciudad de México con la empresa Concretos Arvide, S. A. en 1940, cuyo equipo era una planta mezcladora central y 2 camiones de volteo. Esta empresa desapareció pocos años después.

En 1951 empezó a operar la Cía. Concretos Premezclados de Mixcoac, S. A. de C. V. Esta empresa funcionaba con equipo muy viejo y escaso control técnico. Con el tiempo esta compañía se convirtió en Concretos Premezclados, S. A., siendo adquirida después por lo que actualmente es Concretos Apasco, S. A.

En los años de 1952 y 1953 empezó a fraguar la idea de fundar en México una Industria del Concreto Premezclado independiente de la industria del Cemento.

En estos mismos años se hizo un estudio para conocer las posibilidades de crear esta industria. La opinión de muchos ingenieros y arquitectos mexicanos era negativa y desalentadora, principalmente -

por el costo tan bajo de la mano de obra no especializada.

Ya por entonces se pensó que la Industria de la Construcción necesitaba prepararse y desarrollarse con criterios más modernos y - que era inevitable establecer los sistemas para preparar, distribuir, usar y controlar técnicamente el concreto, naciendo Preconcreto, S. A., iniciando sus operaciones el 3 de Mayo de 1954, con 9 camiones revolvedoras y una planta ubicada en San Pedro de los Pinos.

A mediados de 1955, entra al mercado la empresa Concretos Alta Resistencia, S. A. de C. V., con 5 camiones revolvedoras y una planta dosificadora, que estuvo ubicada en la Col. Viaducto Piedad, básicamente para el abastecimiento de concreto de la urbanización de las colonias aledañas a esa ubicación. Esta empresa formaba parte del Grupo Ingenieros Civiles Asociados.

CAPITULO 2. El Concreto Premezclado en la Industria de la Construcción.

5

El concreto es una mezcla de cemento, agua y agregados, que cuando están bien dosificados y enérgicamente mezclados, integran una masa plástica que puede ser moldeada en una forma predeterminada y que al endurecer se convierte en una piedra artificial, resistente y durable, por lo que se ha convertido en el material más empleado en la construcción.

Hacer concreto en la actualidad, resulta una cosa sencilla y generalizada en construcciones grandes y pequeñas. Cualquier operario con muy pocos conocimientos del tema, puede fabricar el concreto para elementos estructurales de vital importancia para una construcción, lo cual resulta peligroso, pues aunque los diseños estén correctos, la aproximación en las medidas es tan variable, que los resultados no deben inspirar confianza, a menos de tener coeficientes de seguridad muy altos en el proporcionamiento, elevando su costo.

Los adelantos modernos, tanto en la construcción, como en el criterio para diseñar concretos, permiten el aprovechamiento máximo de los recursos naturales y artificiales, para tener concretos de alta calidad y económicos.

El concreto premezclado es aquel que se produce en plantas diseñadas, instaladas y operadas por personal técnico especializado,

utilizando los métodos más adecuados para garantizar la calidad de la producción masiva, en forma uniforme y controlada. Toda la producción se rige por especificaciones, horarios y costos previamente establecidos en acuerdos con el consumidor.

La idea actual de la industria del concreto premezclado fué surgiendo poco a poco, conforme se encontraban soluciones a determinados problemas inherentes a la producción y a las exigencias técnicas de las obras que iban en constante desarrollo.

Al inventarse la revolvedora mecánica, se le fueron añadiendo aditamentos para almacenar, elevar, pesar y colocar los materiales simultáneamente con el agua. En esta forma, se tenía un mezclado central y el transporte se hacía con carretas y camiones.

Por 1920 se inventó el camión caja para transportarlo, pero el progreso técnico, unido a la investigación constante sobre la uniformidad del concreto, hizo posible que surgiera el camión revolvedor. Estas unidades consisten en un recipiente giratorio de diversas capacidades en cuyo interior se encuentra instalado un sistema de aspapas, paletas, tirantes y serpentines, para mezclar continuamente el concreto y hacerlo además, uniforme y homogéneo.

La descarga del concreto se realiza girando en sentido contrario

al de mezclado, ayudándose de las aspas y canales externas, las -
cuales están diseñadas para que aún en esta operación no se pierda -
la uniformidad.

El recipiente giratorio va montado sobre un chasis de camión debi-
damente proporcionado para que resista el trabajo a que se destina,
que en muchas ocasiones se puede catalogar como pesado.

Los camiones revoladora dieron un fuerte incremento a la pro-
ducción y al desarrollo de la industria. Poco a poco fueron dando -
fuerza al mezclado en tránsito y las unidades que agitaban exclusiva-
mente, comenzaron también a funcionar como mezcladoras.

Las unidades más modernas, sirven tanto como agitadoras como
mezcladoras, pues aunque se utiliza el mezclado central, en la ac-
tualidad existe la tendencia a usar más el mezclado en tránsito.

Respecto a las instalaciones dosificadoras, se cuenta ahora con
equipo moderno y eficiente. Existen plantas manuales, automáticas
y semiautomáticas; desde la portátil, pequeña y mediana de buen ren-
dimiento hasta las verticales de más de 15 metros de altura, para
producción diaria de hasta dos mil metros cúbicos.

Con todo esto, el desarrollo de la industria alcanza niveles muy
altos y la demanda es tal, que requiere el funcionamiento de varias

compañías en el Distrito Federal, por ejemplo, con una producción anual que alcanzó los tres millones de M3. en 1980.

Puede decirse que en nuestro país, todas las obras importantes que requieren concretos de máxima calidad, utilizan el premezclado. En las obras públicas, con excepciones solamente, se instalan plantas de mezclado central o plantas dosificadoras.

Como ya dijimos, en México se empezó a producir concreto premezclado en 1951 en el Distrito Federal. A partir de 1956, la industria adquirió un auge extraordinario, producto seguramente de los beneficios que aportaba a la construcción. En este mismo año funcionaban 6 compañías con 60 camiones aproximadamente.

La industria se ha multiplicado por toda la República. Actualmente existen en México 45 compañías premezcladoras con 150 plantas instaladas tanto en el D. F., como en las principales ciudades de 24 estados que en conjunto produjeron 5.5 millones de M3. en 1980.

Todo lo anterior permite apreciar que el concreto premezclado ha tenido buena acogida de los constructores mexicanos, pero que necesita una superación constante, para poder cumplir las exigencias de crecimiento de la Industria de la Construcción, paralelamente al progreso de las técnicas constructivas.

CAPITULO 3. Funcionamiento de una Planta de Concreto Premezclado.

3.1 Localización de la Planta.

Es un factor sumamente importante que la localización de la planta sea dentro del área en que se encuentran las obras a las que se va a suministrar el concreto. Esto está ligado con los problemas económicos propios de los transportes de los agregados, el cemento y del producto elaborado. Una buena localización, asegura, en gran medida, un eficiente servicio de entrega del concreto.

Es importante considerar con más amplitud los siguientes aspectos:

a) Transporte de Concreto.

Esto es uno de los costos más elevados en el funcionamiento de una planta de concreto premezclado, razón por la cual en algunas ocasiones será determinante para seleccionar el sitio de ubicación de la planta. Atendiendo a esto, es de mucha importancia que la planta se encuentre lo más cerca posible del lugar de descarga del concreto, así, aunque se eleve el costo del transporte de los ingredientes, el costo de operación del concreto se verá reducido, puesto que el transporte del concreto es más elevado que el de sus ingredientes.

Este punto es de tal importancia, que los fabricantes de concreto en algunas ocasiones prefieren invertir en compra e instalación de mayor número de plantas que en adquirir nuevas unidades de transporte.

b) Transporte de agregados.

La conveniencia de situar una planta de concreto premezclado en la proximidad de una planta extractora y clasificadora de agregados, obedece a una mayor facilidad de operación de los agregados y de su extracción hasta su empleo, eliminando muchas posibilidades de segregación, eliminando también las unidades de transporte, ya que el movimiento en estos casos se realiza por medio de bandas transportadoras. Lo usual es transporte en volteos.

c) Transporte de Cemento.

Teniendo en cuenta la cantidad de cemento que usan las plantas de concreto premezclado y que este es transportado a granel en cajas o pipas tanque herméticamente cerradas, es conveniente que las plantas se sitúen, en algunos casos, cerca de las fábricas o depósitos de cemento, y que cuenten con accesos e instalaciones adecuadas para su descarga.

Atendiendo a este punto de Localización de la Planta, se puede hablar de: Plantas de Zona y Plantas de Obra.

Planta de Zona:

Es aquella que se instala en un área determinada, donde la demanda de concreto existe en forma constante y a niveles tales que justifican la inversión. Generalmente son zonas industriales y habitacionales con un alto índice de construcciones. Este tipo de Plantas se instalan previendo una permanencia en el lugar de 5 a 10 años, por lo que la inversión puede ser cuantiosa comenzando por la adquisición de un predio de 6 a 10,000 M²., una planta mezcladora grande fija, de tipo vertical y alto rendimiento, una flotilla de 8 a 10 camiones revoladora y equipo complementario (cargador frontal, planta generadora de energía eléctrica, camioneta pick-up, oficinas, etc.).

Planta de Obra:

Es la que se instala para suministro de concreto de una obra determinada con un volumen que puede ser pequeño, 15 a 20,000 M³., a producir en un plazo corto, de 4 a 6 meses, de forma tal que se justifique la inversión. En estos casos, generalmente la propia obra facilita el terre

no y proporciona suministro de agua y energía eléctrica. En estas condiciones se monta una planta dosificadora horizontal o de "perfil bajo", chica, portátil, con una flotilla de 3 ó 4 camiones revolvedora y equipo complementario (cargador frontal chico, camioneta pick-up, caseta para oficinas, etc.).

También es importante, en razón del funcionamiento de las plantas, hablar algo sobre el tipo de obras a que se suministra concreto:

- a) Hay obras chicas como construcción de casas, edificios pequeños, etc., donde la descarga del concreto es generalmente lenta y esto por lo general, obliga a la planta a trabajar a baja capacidad; a diferencia de obras como pavimentos y pisos de naves industriales donde la descarga es rápida y la planta eleva entonces su capacidad.
- b) Hay obras donde se descarga rápido el concreto, cercanas unas, muy alejadas otras. En ambos casos la planta trabaja a ritmo acelerado. En el 2o. caso se deberá contar con una flotilla mayor de camiones revolvedora que en el 1o., para proporcionar una buena entrega.

c) Por especificaciones propias de la obra, se pueden mencionar básicamente 3 tipos:

- Se especifica en este caso las cantidades de los ingredientes, el máximo de agua, se supervisa la operación de mezclado y entrega.
- Otras obras dejan más libertad al fabricante, especificando un mínimo de cemento por M3, una máxima relación agua/cemento, el revenimiento y la resistencia a la compresión.
- Por último, existe otro tipo de obras en las que se especifican la resistencia a una edad determinada y el revenimiento. Actualmente trabajan en esta forma las plantas comerciales que surten las obras urbanas.

3.2 Tipos de Operación.

En general son tres los tipos de operación con los que puede elaborarse el concreto premezclado.

a) Mezclado en tránsito.

El concreto se mezcla en los camiones revolvedora.

b) Mezclado en planta o mezclado central.

El concreto es dosificado y mezclado en la planta central, el cual se deposita en los camiones revolvedora para su entrega.

c) Combinación del mezclado central y el mezclado en tránsito.

Mezclado en tránsito.

Este tipo de operación incluye los siguientes pasos: dosificación de los ingredientes en la báscula de la planta, medición del agua, descarga de estos al camión revolvedora y éste se encarga de mezclarlos.

Para este caso, el concreto debe mezclarse según las especificaciones dadas para concreto premezclado, que son: no menos de 70 revoluciones y no más de 100 a velocidad de mezclado especificada (normalmente de 10 a 12 r.p.m.). Si se mezcla durante el viaje, después de cumplir estos requisitos, se baja la velocidad de la revolvedora de 2 a 6 r.p.m., velocidad suficiente para agitar el concreto hasta llegar a la obra, esta velocidad se llama de agitación.

En general el mezclado en tránsito es un tipo de opera-

ción fácilmente adaptable a obras pequeñas y medianas, y también a las necesidades de abastecimiento de grandes ciudades; el volumen de producción está limitado por las dimensiones y número de los camiones disponibles, es más sencilla y económica en comparación con una planta de mezclado central, y está diseñada para trasladarse fácilmente. La planta incluye un tanque medidor de agua que permite cargar el camión con la cantidad prevista de agua. Y, además se colocan todos los ingredientes debidamente dosificados, asegurando un proporcionamiento correcto.

Generalmente, tanto las plantas de mezclado en tránsito como las de mezclado central, se encuentran localizadas en un sitio previamente escogido como centro de operaciones, e incluyen: la planta misma, dispositivo para almacenamiento de cemento, patio para almacenar agregados, talleres, oficinas, laboratorio y espacio para el estacionamiento de los camiones.

En la operación llamada Mezclado Central, los ingredientes son dosificados en la báscula de la planta; de ésta pasan a una revolvedora estacionaria que mezcla el con-

creto durante un tiempo determinado y después lo pasa ya listo al camión que ha de transportarlo hasta el lugar de descarga. La revolvedora debe cumplir las siguientes especificaciones: cuando se mezcla un M3., el tiempo de mezclado será por lo menos de un minuto, y por cada M3. más, o fracción de metro, 15 segundos más. El tiempo de mezclado debe empezarse a contar desde que todos los ingredientes han sido depositados en la revolvedora.

El agua debe añadirse antes de los agregados y el cemento; aún cuando se reserve una parte, la cantidad total deberá estar en el recipiente antes de que transcurran tres cuartas partes del tiempo especificado para la mezcla.

Según las especificaciones para el concreto premezclado hechas por la D.G.N., puede haber también una variante en el mezclado del concreto, según este tipo de operación: La revolvedora estacionaria puede mezclar parcialmente el concreto por el tiempo requerido, exclusivamente, para entremezclar los ingredientes; en seguida se puede vaciar a un camión revolvedora que continúa el mezclado según las especificaciones para la operación de mezclado en tránsito.

Según especificaciones de la N.R.M.C.A. y la Asociación de Camiones - Revolvedora de Estados Unidos, un camión - revolvedora puede cargar el 50% más de su capacidad cuando es utilizado exclusivamente como agitador, que cuando es usado como mezclador. El beneficio que se obtiene es la reducción, por metro cúbico, del costo del transporte del concreto por un agitador con respecto a un mezclador.

El sistema combinado de mezclado en tránsito y mezcla do central es la operación capaz de producir al mismo tiempo las dos clases de concreto. Posee una sola báscula dosificadora, pero el material, al salir de ella, puede destinarse a la revolvedora estacionaria (mezclado central) o hacia los camiones (mezclado en tránsito). Las especificaciones para esta operación son las mismas que se enumeraron anteriormente.

En las grandes ciudades se encuentran plantas de este tipo, generalmente de carácter comercial; en ellas el productor puede escoger fácilmente el sistema a seguir en cada operación de venta y de esta manera satisfacer las necesidades de la obra con las consiguientes ventajas económicas.

El uso del mezclado en tránsito en días de gran demanda puede hacer posibles el alquiler de camiones de volteo que transporten todo el concreto producido por la revoladora estacionaria, al mismo tiempo que el equipo agitador mezcla otra parte de la producción. Cuando la demanda es en pequeña escala se puede emplear exclusivamente el equipo agitador.

Los gastos para la transformación de una planta de mezclado central a una de sistema combinado, son mínimos: aumento reducido en el personal de control, compuerta de descarga doble de la báscula a la revoladora y de aquélla a los camiones, y ampliación del espacio para estacionamiento de camiones para recibir el concreto de la revoladora estacionaria, y de la báscula directamente.

3.3 Recepción, manejo y almacenamiento de agregados.

Estas tres operaciones están encaminadas a resolver el problema de abastecer las básculas o tolvas pesadoras con el material suficiente y de la misma calidad, por lo menos, con que fué entregado en la planta; se dice por lo menos, puesto que en algunas plantas hay cribas vibratorias que clasifican el - -

agregado grueso en diferentes tamaños obteniendo con ésto un material de mejor calidad.

Por lo general, la recepción es el problema de menor importancia, pero está íntimamente ligada al almacenamiento en el patio de agregados, en las plantas que mueven grandes volúmenes de concreto; en éstas, el material tiene que moverse constantemente para dejar espacio libre que permita la descarga de los camiones siguientes. Estos movimientos se efectúan por medio de tractores de ruedas que puedan subir los montones de almacenamiento para empujar el material, o bien, se hacen rampas para subir los camiones que acarrean el material y facilitar así el almacenamiento alto, siempre y cuando se haga en una forma correcta.

Se entiende por manejo de material las operaciones para mover los agregados y conseguir su traslado de donde se entregó el material en la planta hasta la báscula.

El método más usual en la actualidad es a través de bandas transportadoras que reciben el material de la boca de una tolva de alimentación, que es llenada constantemente por medio de un cargador frontal que trabaja acarreando material desde el almacén hasta esta tolva. La banda se encarga de llevarlo

hasta las tolvas altas almacenadoras.

El problema fundamental de este manejo es lograr que la cantidad de agregados que se almacenan en estas tolvas altas para abastecer la báscula continuamente, sea suficiente; por ejemplo, si una planta puede producir 30 M³. de concreto por hora, estas máquinas deberán mover necesariamente alrededor de 40 M³. de volumen aparente de agregados. La capacidad de acarreo de la banda transportadora está proporcionada en razón directa con la carga que lleva a la velocidad con que se mueve; la carga se mide por el área de la sección transversal del material que se transporta, y su relación con la velocidad de transporte da el volumen de entrega por unidad de tiempo.

Otro procedimiento en el manejo de agregados es el empleado en los patios de almacenamiento para controlar su humedad. Cuando se usa material lavado en las plantas, o simplemente cuando está entregándose con diferentes humedades en las distintas cargas, es necesario mover el material almacenándolo antes de su uso, para que escurra en 24 horas parte de la humedad superficial y se uniforma la cantidad de ésta.

La cantidad del almacenamiento de una planta está determi-

nada por el volumen de producción de la misma. Cuando un almacenamiento es insuficiente, la planta no rendirá un correcto funcionamiento: es indispensable, por otra parte, almacenar agregados en exceso en cualquier tipo de planta, para garantizar el funcionamiento continuo de las mismas, hasta terminar los colados que están a su cargo.

3.4 Recepción, almacenamiento y manejo del cemento.

En las plantas de concreto premezclado, la recepción, almacenamiento y manejo del cemento se hace a granel, aunque existen plantas pequeñas que son suministradas con cemento en bolsas, para lo cual cuentan con una pequeña tolva receptora que tiene "rompe sacos".

Transporte y recepción.

El transporte del cemento se realiza fundamentalmente, a través de equipo hermético:

- a) Cajas de diferentes tamaños que descargan por gravedad, al voltear sobre una tolva receptora.
- b) Pequeñas pipas tanque (20 a 25 tons.) que descargan combinando la gravedad, girando muy lentamente,

con la presión de aire que aporta un "soplador", que viene como parte de la unidad. La descarga se hace conectando una manguera de la pipa con un tubo que lleva el cemento a los silos.

- c) Pípas tanque de tamaño regular y grande (30 a 40 tons.) que descargan exclusivamente por presión de aire proporcionado por un "soplador" potente que viene anexo a la unidad. La descarga se realiza como en el caso anterior, conectando una manguera con el tubo que va a los silos. Este último método es el más rápido y efectivo de los tres y es el que más se usa en la actualidad.

Se puede decir que la recepción del cemento se realiza:

- en tolva receptora, en cuyo fondo existe un transportador, que generalmente es un tornillo sinfín, que lleva a un elevador de cangilones que lo eleva para depositarlo en silos o en tolvas altas almacenadoras, que se hallan encima de la báscula de cemento.
- directamente en silos en cuya parte baja se halla un transportador, gusano sinfín, que lleva a un elevador de cangi

lones y de ahí como en el caso anterior, a tolvas altas _
que entregan a la báscula.

Almacenamiento.

Es conveniente en cualquier planta, tener almacenamiento _
para dos tipos de cemento, por lo menos. En los Estados Uni-
dos algunas plantas se proveen de tres y cuatro diferentes ti-
pos de cemento que, en cualquier forma, deben estar disponi-
bles para ser cargados en la báscula al instante. El lugar más
conveniente para colocar los silos de almacenamiento es, des-
de luego, un sitio arriba de la báscula para que su caída sea _
por gravedad. Esto elimina los mecanismos para transportar
lo a la báscula, ya que se aprovecha la fluidez por la gravedad
ejercida sobre el cemento y no se depende de máquinas para _
la operación.

Para una planta comercial es necesario disponer de dos cla-
ses de almacenamiento; el de las tolvas colocadas arriba de la
pesa para la demanda momentánea, que no son, por lo general,
de gran capacidad, y desempeñan el papel de depósito previo _
a su colocación en la báscula; entre tanto, el elevador puede _
llenarlos o vaciarlos, según sea la demanda en un momento da-
do, y el elevador o transportador seguirá trabajando.

El otro tipo de almacenamiento es a base de silos de mayor tamaño, que acumulan el cemento en cantidad suficiente para la producción de un día, más o menos. Estos silos pueden estar colocados también encima de la báscula, pero, por lo general, están al nivel del suelo, y por medio de transportadores se lleva el cemento de ellos a la báscula.

En algunos casos se usan cementos especiales en sacos, o diferentes a los del proyecto de funcionamiento de una planta, entonces, en ocasiones se hace necesario disponer de una bodega protegida contra la intemperie, y de una plataforma elevada para poder descargar los cementos al camión. El uso de los sacos evita la necesidad de pesar el cemento. Aún en plantas que están equipadas totalmente para mover el cemento a granel, se aprovechan estos dispositivos para el empleo de estos cementos especiales, que pueden ser, entre otros, el blanco, el resistente a los sulfatos, etc.

Las tolvas de almacenamiento y los silos, deben estar herméticamente cerrados y tener un cono de descarga con un ángulo de 60° respecto a la horizontal, para que, prácticamente, se descarguen solos; éste contiene la válvula de descarga, que consiste generalmente en rodillos que por su mutua presión so

bre un deslizador de hule, cierran el paso del cemento. Además, en el cono existen salidas de aire comprimido que aflojan el cemento, estas salidas están controladas por válvulas de paso. Una inclinación menor de 60° con respecto a la horizontal es permitida cuando estas válvulas son perfectamente lisas y están bien diseñadas. Además de las paredes en forma cilíndrica con estructura exterior que las sostiene, constarán los silos de una tapa con ventilación y entrada o acceso a una persona, para inspeccionarlos.

Manejo.

El manejo del cemento se hace por medio de tornillos sinfín para transportarlo horizontalmente, verticalmente se realiza subiéndolo por medio de elevadores de cangilones y bajándolo con tuberías.

Los tornillos sinfín impulsados por motores eléctricos de baja velocidad, están cubiertos con tapas que los aíslan de la intemperie; en las juntas de la tapa y de la caja se usa un fieltro para evitar la introducción de la humedad; estos van presionados uno contra otro lo que se logra con tornillos con rondanas de presión.

Los elevadores de cangilones también son accionados por mo

tores eléctricos de baja velocidad, y pueden constar de las siguientes partes: una cadena a la que van atornillados los cangilones, dos cremalleras, una abajo y otra arriba, con dispositivos para templar la cadena, y una boca de descarga en la parte superior colocada en el lugar donde voltean los cangilones; esta boca de descarga está conectada con la tubería de lámina que conduce el cemento por la fuerza de gravedad a los silos y a las tolvas. Las esquinas de las cajas del elevador y las que se forman en las uniones de las tuberías deben ser herméticas a la humedad.

Tanto los motores del elevador como los que mueven los tornillos pueden estar controlados por los indicadores de cemento llamados 'bin-dicators' que son membranas de fieltro, o algún otro material; estos trabajan accionando algún polo eléctrico, y pueden conectar o desconectar cierta clase de instalaciones, como una instalación eléctrica que anuncia cuando se ha llenado un silo o tolva por medio de una señal; o bien, pueden controlar la marcha de los elevadores y transportadores del cemento.

3.5 Abastecimiento y almacenamiento de agua.

Los elementos de que debe disponer una planta para el almacenamiento de agua son tres, generalmente, dados los diferentes tipos de plantas:

- 1° Tanques de almacenamiento subterráneo,
- 2° Tanques elevados, y
- 3° Tanques dosificadores, ya sean pesadores o del tipo de sifón que controla por volumen.

Los tanques a nivel del suelo o subterráneos deberán almacenar la cantidad de agua necesaria para el funcionamiento de la planta durante una jornada de trabajo. Estos tanques pueden ser eliminados en plantas que trabajan para un solo proyecto u obra y que tienen abastecimiento seguro y continuo; pero en las plantas urbanas, y en particular las comerciales que funcionan para una gran cantidad de proyectos, aunque el abastecimiento sea muy seguro es necesario tener ese tanque para garantizar el trabajo continuo en una planta de concreto, ya que si ocurre una descompostura en la red de distribución de la ciudad, el paro del abastecimiento puede llegar a durar algunas horas, o quizás una jornada entera (usualmente, esta es la duración de los paros del abastecimiento en la Ciudad de México). Esto traería como consecuencia la interrupción de los

colados y vaciados que estuvieran sirviendo la planta, con serias consecuencias de orden técnico y graves perjuicios económicos. La capacidad de los tanques varía de 50 a 100 M3. y alcanza para producir de 200 a 400 M3. de concreto.

El segundo tipo de almacenamiento consiste en uno o varios tanques elevados que tienen una capacidad variable de 1,000 a 5,000 litros por tanque. La función de estos tanques puede ser, en operaciones pequeñas, la de almacenamiento general del agua necesaria para la planta; esto sucede, como ya se dijo antes, en plantas que sirven a un proyecto solamente; en estos casos, los tanques almacenan el agua de tal manera que nunca le falte al dosificador, porque si se opera solamente durante el tiempo necesario para cargar un camión, esta operación está sujeta al tiempo de abastecimiento del agua. En las plantas comerciales o de gran importancia, también se hacen necesarios como pasos intermedios entre los grandes tanques de almacenamiento general y el pesador de agua, pues su uso resulta más económico que un sistema de bombas para elevar el agua al pesador a una velocidad tal que permita abastecerlo aún durante las demandas mayores, que pueden llegar a 300 lt/mín.; en este caso funcionan como reguladores, porque si las bombas les proporcionan una cantidad media de agua, es

decir, el gasto necesario para el día en una forma continua, estos tanques elevados pueden descargar en un momento grandes cantidades de agua, por gravedad, y son un recurso cuando se presenta una intensa demanda. El tamaño de la tubería puede llegar a ser hasta de 4", puesto que mueve fuertes volúmenes a una velocidad bastante grande.

El último tipo de almacenamiento de agua es el mismo dosificador, en caso de que la operación lo requiera. Hay dos tipos de medidores: de volumen o de peso. En el primer caso, el tanque se llena de agua hasta el nivel superior de los mismos, controlando este nivel por medio de un flotador. El volumen se mide descargando hasta el nivel correspondiente, y este nivel se observa en un tubo exterior comunicado en el fondo con una salida del tanque. Este tipo de medición permite que el tanque tenga siempre toda la cantidad de agua, pues es posible llenarlos mientras se descarga la pesada, y está listo para la siguiente carga inmediatamente terminada la del camión anterior.

En el segundo caso, el agua se mide en forma automática. En los brazos graduados de la báscula se anota la cantidad de agua que se necesita para una carga de concreto, se abre por

electricidad una válvula de entrada y se inicia la caída del agua en el tanque que sostiene la báscula, hasta llegar a la cantidad señalada; entonces se equilibra ésta y el fiel acciona los controles eléctricos de la válvula cerrándola automáticamente. Se abre la válvula de salida, que es generalmente de cuatro pulgadas, y descarga en unos segundos toda el agua; en este caso, los tanques se llenan con diferentes cantidades de agua.

En ambos procedimientos los medidores sólo almacenan la cantidad de agua necesaria para cargar un camión. Su objeto, además de medir esa cantidad, es no entorpecer la carga del camión, sino efectuarla mientras se llena el tanque para cargar el siguiente, ya que emplea muy poco tiempo en su descarga.

Sin embargo, hay plantas que no tienen ninguno de estos tres tipos de almacenamiento y en las que se mide la cantidad de agua por medio de contadores o medidores de gasto de una tubería. Estos aparatos tienen dispositivos para una correcta medición del gasto del agua independientemente de las variaciones de presión.

Se deja dicho además que pueden existir plantas con los tres

tipos de almacenamiento, con uno solo, o bien, con la combinación de dos tipos diferentes entre los tres antes expuestos, y que además puede medirse la cantidad de agua por medio de los tanques de que están provistos los camiones revoladora.

3.6 Energía eléctrica.

Casi la totalidad de los motores de las máquinas de una planta de concreto premezclado están accionados por energía eléctrica.

Los motores eléctricos son los más convenientes en una planta, puesto que su velocidad de rotación es uniforme, ofreciendo grandes ventajas para transportadores, elevadores, tornillos sin fin, etc. Todas estas máquinas exigen para su funcionamiento una potencia estable dentro de ciertos límites, que sólo la energía eléctrica puede mantener; ofrecen además controles más sencillos cuando ésta potencia falla. Por otro lado, todos los elementos accesorios a la planta, como serían las máquinas de un taller mecánico, compresoras de aire, etc., están diseñadas con motores eléctricos en su mayoría.

Dadas las clases de corriente urbana y la capacidad de los motores, todos éstos, o una gran parte, están diseñados para

usar una corriente trifásica en un voltaje de 220 ó 440 volts; sólo motores pequeños son monofásicos y con una corriente de 110 volts. Hay casos en que el gasto o amperaje es tan elevado, o en que hay una distancia tan grande a la planta generadora, que el montaje de una sub-estación resulta más económico; sin embargo, en la mayoría de los casos, como es el de las plantas urbanas, es suficiente el empleo del transformador, medio que se usa en las zonas industriales.

El cálculo de la potencia que necesitan los motores de elevadores y transportadores de una planta, está basado en la potencia necesaria para mover los ingredientes del concreto, multiplicando su capacidad volumétrica por el peso volumétrico, conocido ampliamente por los diseñadores de sus proporciones en el concreto; el uso de arrancadores, muy generalizado en motores de este tipo, ofrece facilidades para la sobrecarga, por el movimiento, el cual necesita también de una energía debidamente calculada.

Sin embargo no se usa solamente energía eléctrica en una operación completa de concreto premezclado. La mezcla del concreto requiere una energía que es en la mayoría de los casos la fuerza motriz o mecánica de los camiones, por un doble

concepto: la operación de mezcla de la revolvedora y el transporte del camión a la obra. Los motores de los camiones son generalmente los más potentes que hay en el mercado.

3.7 Control de calidad de la producción.

El control de calidad consiste en la comprobación constante y sistemática de las características fundamentales sujetas a cambios en virtud de materias primas y procesos. Se debe realizar a través de un sistema cuidadosamente establecido.

El objetivo principal será conocer las variables, simultáneamente que se consideren las trayectorias que se hayan observado. No se puede pensar en eliminarlas, pero de ser posible prevenirlas con el doble objetivo de reducir sus efectos y mantener la calidad dentro de rangos de variación aceptables.

La calidad depende de tres factores esenciales. El primero es la materia prima, que comprende cemento, agregados, agua y aditivos cuando se usen, el segundo es el equipo y el tercero, el personal que interviene en su producción, entendiéndose que dentro de las técnicas de control, la inspección general tiene un papel muy importante que jugar.

El control debe establecerse con criterio preventivo en su

mayor parte, quizá la más importante, ya que si el concreto no resulta de la calidad deseada, debe tirarse por no ser un producto almacenable, y si ya endureció, es necesario demoler o reforzar, lo cual origina molestias y gastos onerosos. Como es posible apreciar, no se pueden observar todas las recomendaciones de los manuales de Control de Calidad Industrial, por ejemplo, los planes de recuperación de producto defectuoso, ya que en estas industrias sólo es posible en casos muy especiales.

En estas condiciones, el control debe realizarse sobre éstas bases:

- 1a. Capacitación científica y técnica de todo el personal de producción, de acuerdo con la función que desempeña.
- 2a. Especificaciones y normas claras, precisas y funcionales.
- 3a. Comprobación de características de los materiales.
- 4a. Supervisión sistemática y adecuada del equipo.
- 5a. Métodos de Inspección y registros.

6a. Pruebas de comprobación de calidad del concreto.

7a. Análisis estadístico de los resultados más importantes.

Las pruebas que se realizan sobre el concreto fresco y endurecido, tales como revenimiento, cilindros para compresión y corazones, sirven para comprobar la calidad y tener datos suficientes para estudios estadísticos que orientan decisivamente los criterios de diseño para poder garantizar la resistencia, dentro de los requerimientos que se establezcan.

4.1 Generalidades.

Al adquirir experiencia en la producción del concreto premezclado, es posible descubrir múltiples aspectos del trabajo sumamente interesantes. No es posible considerar las actividades propias dentro de un marco rígido delineado por la técnica y el trabajo rutinario. El intercambio de ideas, la solución a los problemas diarios tan variados y a veces sumamente complicados, dan por resultante la nivelación de todas las actividades.

En este caso, no sería posible tratar el tema dentro del ámbito exclusivo de una planta productora de concreto y sus camiones, sin relacionarlo con todo el engranaje de la industria de la construcción que entra en contacto con ella.

En la práctica, las plantas premezcladoras son responsables del producto mientras dure en tránsito y en muchas ocasiones se le adjudican los defectos observados que pueden deberse a factores propios de la obra. He aquí la razón por la cual hay que introducirse un poco en terrenos que no corresponden estrictamente, pero que en una o en otra forma afectan al propio concreto.

4.2 Transporte.

El concreto, hasta que no se descarga en el sitio a que va destinado, está bajo la absoluta responsabilidad de la planta productora. Por lo tanto, se deben atender todas las condiciones que lo afecten.

Tiempo de mezclado:

Cuando se usan unidades revolveras, el mezclado se realiza en el trayecto a las obras, aprovechando tiempo para acortar los ciclos de viaje.

Como el recorrido es muy variable y el exceso de revoluciones puede afectar la calidad del concreto, existen varias especificaciones que limitan el tiempo y el número de vueltas del tambor, así como la velocidad y el tiempo máximo para descargar.

Se requieren de 70 a 100 revoluciones a la velocidad de mezclado especificada, normalmente de 10 a 12 R.P.M., para obtener un mezclado uniforme. Después la velocidad baja de 2 a 6 R.P.M., que es la de agitación, la cual deberá permanecer constante durante el tiempo de transporte. Si se usa una mezcladora central que proporcione el concreto con mezclado uni-

forme, las unidades revolventoras deberán trabajar con velocidad de agitación permanentemente, desde la planta hasta la obra.

La especificación NOM-C-155, para concreto premezclado, da un tiempo máximo para poder descargar el concreto, de hora y media. Aún después de este tiempo el concreto permanece plástico, pero el endurecimiento es más rápido y se tiene que considerar el tiempo de colocación. En condiciones de bajas temperaturas, se puede ampliar 15 minutos sin ser peligrosos, de acuerdo con pruebas realizadas en el Distrito Federal y si se hace necesario, se colocan aditivos retardantes desde el principio.

Modificaciones durante el transporte:

Durante el acarreo, algunas propiedades del concreto sufren alteraciones completamente normales, que hace necesario un control sobre la pérdida de revenimiento, la temperatura de fraguado, el tiempo del viaje al sitio de descarga, recuperación del revenimiento y la eficiencia de la revolventora.

Es normal que haya variaciones en el revenimiento, sobre todo cuando se usan agregados secos. Durante el mezclado absorben agua y contribuyen a secar el concreto.

Si se notan variaciones fuertes, es necesario que el chofer revise periódicamente el reventimiento durante el traslado y reporte sus observaciones al jefe de producción, hasta que controle.

La temperatura de fraguado se origina por la combinación exotérmica del cemento con el agua, siendo más alta si se usan cementos como el Tipo III, ricos en aluminato tricálcico.

La temperatura del concreto debe estar entre 16°C y 32°C. Si resulta menor, requiere el uso de aditivos acelerantes en bajas cantidades, ya que las resistencias a edades pequeñas disminuyen y pueden originar contratiempos en el momento de retirar las cimbras. Si resultara mayor, es necesario usar agua fría, hielo muy triturado o aditivos retardantes y reguladores de fraguado.

Las altas temperaturas ocasionan pérdida de reventimiento, agrietamientos por contracciones, o por evaporación excesiva.

Para controlar este factor, se requiere tomar temperaturas en la planta, durante el trayecto y cuando se descargue. En el momento que se conozcan sus incrementos, se tomarán las medidas que se juzguen más convenientes.

Cuando el concreto llega a su destino con reventimiento menor al especificado, es posible dosificar el agua necesaria para alcanzarlo siempre y cuando se conserve la relación agua/cemento, ya que puede suceder que haya faltado agua por variaciones de la humedad. De ser así, no se añadirá cemento. Sin embargo, es una práctica indeseable y deben tomarse todas las medidas necesarias para que el concreto llegue a su destino con la fluidez requerida y los choferes no tengan que poner ninguna cantidad de agua.

El tiempo de transporte influye en la pérdida de reventimiento y en la segregación de agregados.

Por especificación, cuando se agrega esta agua para alcanzar el reventimiento, la olla o las aspas deben girar 30 revoluciones adicionales o más a la velocidad de mezclado, hasta obtener la uniformidad adecuada, para poder empezar o proseguir la descarga.

Un aspecto de importancia básica es el control de las actividades de los choferes; debe exigírseles:

- a) Que revisen el concreto antes de empezar el viaje.
- b) Que no hagan paradas innecesarias durante el trayecto.

- c) Que descarguen el concreto con el revenimiento especificado en la nota de remisión.
- d) Que mezclen después de colocar agua por cualquier motivo.
- e) Que reporten a los responsables de la calidad, todas las deficiencias observadas en el concreto, la cantidad de agua que tuvo que añadir, si hubo segregaciones o si notó alta temperatura en el concreto.

4.3 Pruebas de Calidad al Concreto Fresco.

Muestreo:

Es la forma de obtener el volumen de concreto, que se emplea en las pruebas. Su representatividad será adecuada si se realiza conforme a la Norma NOM-C-161. Lo que es fundamental es que la muestra se tome de la caída directa de la canal de la olla, interceptando todo el flujo de la descarga y se remezcla antes de utilizarse.

La muestra se toma en tres o más intervalos, teniendo la precaución de no tomarla antes del 15% ni después del 85% de la misma.

El intervalo entre la obrencción de la primera y última porción debe ser de 15 minutos como máximo.

Reventimiento:

Consiste en la diferencia de alturas de un cono truncado de concreto, antes y después de retirado el molde. La base inferior del molde es de 200 ± 3 mm. de diámetro, la superior de 100 ± 3 mm. de diámetro y la altura es de 300 ± 3 mm.

Refleja la plasticidad y el contenido de agua del concreto, si se establece de antemano la necesaria para dar un reventimiento determinado. Se acostumbra considerarlo como índice de la resistencia que alcanzará el concreto.

La prueba se realiza de acuerdo con la Norma NOM-C-156. En ella se reflejan muchas cualidades y características del diseño, tales como los porcentajes de agregados, la plasticidad y fluidez del concreto, la finura de la arena, su textura y granulometría, resultando en conjunto una prueba orientadora y útil para el control de calidad.

Cilindros para pruebas de compresión:

La carga máxima se determina a través de cilindros de con

creto, fabricados, curados y probados de acuerdo con las Normas NOM-C-160 y NOM-C-83.

Los moldes siempre serán metálicos, pues los de cartón parafinado tienen que ser de muy buena calidad para que no absorban agua del cilindro, haciéndolo perder su representatividad, al disminuir considerablemente la resistencia.

Los cilindros son los testigos con que se garantiza y comprueba la resistencia de proyecto. Por su tamaño, resultan sensibles a cualquier alteración de las condiciones estipuladas para su tratamiento, por lo cual deben manejarse con especial cuidado.

Cuando se fabriquen, el varillado debe ser bien distribuido en las tres capas, al final se expulsará el aire dejado por los últimos piquetes de la varilla, mediante golpes laterales suaves.

Se dejarán en reposo completo en un lugar seguro, protegidos de golpes, lluvia, evaporación y cambios bruscos de temperatura.

El transporte al laboratorio se hará después de 24 horas aproximadamente, dentro de sus moldes o muy bien protegidos

contra golpes, vibraciones bruscas y evaporación.

Después de marcarlos para su identificación, se registran en los libros de control para introducirlos en cámaras húmedas con temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa superior al 90%, durante el tiempo de curado que les corresponda.

El cabeceo de los cilindros tiene por objeto eliminar las irregularidades de las bases y de esta manera evitar la concentración de esfuerzos, para lo cual se utiliza un mortero de azufre que debe fundirse a una temperatura de 135°C , y cuya resistencia mínima sea de 350 Kg/cm².

Para el ensaye de los cilindros debe contarse con una máquina de prueba apropiada, que tenga la capacidad suficiente y una velocidad de carga uniforme y controlable. Para cilindros estandard de 15 cms. de diámetro, se deberá aplicar la carga a una velocidad que esté comprendida entre 15 y 37 Ton/min.

Contenido de aire:

El método de presión, de la Norma NOM-C-157, de fácil manejo y rapidez, permite obtenerlo por medio de la cantidad de aire que pasa a un recipiente de volumen determinado, con la presión que le da una bomba. El recipiente se llena de concre

to en dos capas y se cierra herméticamente con una tapa que contiene la bomba de aire con un manómetro. El espacio libre entre el concreto y la tapa se llena con agua, sin dejar aire y cuando el manómetro marque 0, se abre una válvula, indicando el porcentaje de aire el manómetro directamente.

Rendimiento Volumétrico:

El objetivo de este análisis, pues no es una prueba en sí, es encontrar el volumen real que se obtiene de un diseño, calculado para producir uno determinado. El rendimiento estará expresado en porcentaje, al relacionar los dos volúmenes, el real entre el teórico.

Primero se determina el peso volumétrico del concreto de acuerdo con la Norma NOM-C-162, que consiste en determinar la cantidad en Kgs. que cabe en un recipiente llenado según las indicaciones de la norma y de volumen conocido. Dividiendo el peso entre el volumen expresado en M3., se obtiene el peso volumétrico expresado en Kgs/M3.

El rendimiento queda expresado por esta fórmula:

$$R_v = \frac{C + W + G + A}{P_v \times V} \times 100; \text{ en donde:}$$

R_v = Rendimiento volumétrico, en %

C = Peso total del cemento, en Kgs.

W = Peso total del agua, en Kgs.

G = Peso total de grava, en Kgs.

A = Peso total de arena, en Kgs.

P_v = Peso volumétrico en Kgs/M³.

V = Volumen teórico absoluto de todos los materiales colocados, en M³.

Con esta prueba se conoce el volumen real producido y sirve para controlar los diseños de la producción.

4.4 Colocación del Concreto.

Para el A.C.I., la colocación es la operación clave de todo colado, pues si no se toman las medidas adecuadas, el mejor concreto pierde sus características más valiosas.

Lo que se debe buscar en la colocación es uniformidad. Se deben usar métodos que eviten la segregación para tener concretos resistentes al desgaste y uniformes en sus características de resistencia y adherencia.

La colocación del concreto se efectúa básicamente a través de cubos y tolvas, canaletas, carritos manuales o motorizados,

bandas transportadoras, tubo-embudo, cimbras deslizantes y bombeo.

Cubos y tolvas:

El empleo de cubos con descarga por la parte inferior, diseñados apropiadamente, permiten la colocación del concreto con el más bajo reventimiento práctico, compatible con la consolidación mediante vibración. Las puertas de descarga deben tener una salida libre que equivalga a no menos de una tercera parte del área máxima horizontal interior o cinco veces el tamaño máximo del agregado que se está empleando. Las paredes laterales deben ser inclinadas, por lo menos 60 grados respecto a la horizontal. Los controles en las puertas deben permitir que el personal que trabaja en la colocación las abra o las cierre durante cualquier etapa del ciclo de descarga.

Deben utilizarse en cuanto a las tolvas, criterios similares de diseño, con paredes laterales inclinadas y suficiente amplitud de abertura, de acuerdo con el tamaño máximo del agregado y el reventimiento del concreto.

Canaletas:

Las canaletas se emplean con frecuencia para trasladar con

creto de elevaciones superiores a inferiores. Deben ser de fondo curvo y construidas o forradas de metal y tener suficiente capacidad para evitar derrames. La inclinación debe ser constante y suficiente para permitir que el concreto del reventimiento requerido en el sitio fluya continuamente por la canaleta sin segregarse. Debe controlarse el flujo del concreto en el extremo de la canaleta para impedir la segregación, las canaletas demasiado largas y descubiertas deben cubrirse para evitar la evaporación y la pérdida de reventimiento.

Carros manuales o motorizados:

Es importante el empleo de pistas planas rígidas para impedir la segregación de los materiales del concreto durante el tránsito. Las distancias máximas de entrega recomendadas para carritos mecanizados es aproximadamente de 120 Mts. y para carritos impulsados manualmente y carretillas, aproximadamente de 60 Mts.

Bandas transportadoras:

Las bandas transportadoras de concreto están diseñadas o modificadas especialmente para transportar concreto en estado plástico desde una fuente de suministro hasta las cimbras u

otros lugares, sin tener que usar equipo adicional, excepto el requerido para la compactación. La colocación del concreto por medio de bandas transportadoras debe ser una operación continua. Los mejores resultados se obtienen cuando se cuenta con un suministro constante de concreto mezclado adecuadamente para cargar la banda transportadora, así como con los dispositivos necesarios para desplazar el punto de descarga durante la colocación, de manera que el concreto en estado plástico pueda ser depositado en toda el área, sin necesidad de traspalearlo o aplicarle demasiada vibración.

Tubo - embudo:

La colocación del concreto por el método de tubo - embudo es el más frecuentemente usado para vaciar el concreto bajo el agua. Por este método, el concreto se deposita bajo la superficie del concreto fresco colocado anteriormente. La colocación suele ser de alimentación por gravedad, desde arriba de la superficie del agua, por un tubo vertical conectado a una tolva de forma de embudo en la parte superior. El concreto fluye por el tubo - embudo hacia afuera desde el fondo del tubo, empujando la superficie existente del concreto hacia afuera y hacia arriba. Mientras el flujo sea suave, de manera que la

superficie del concreto adyacente al agua no se agite físicamente, se obtendrá un concreto de alta calidad.

Cimbras deslizantes:

Según este método, el concreto se coloca en cimbras prefabricadas, que se deslizan más allá del punto de colocación tan pronto como el concreto ha logrado la estabilidad y rigidez necesarias para conservar su forma de diseño. Se requiere una uniformidad más que la ordinaria de revoltura a revoltura. Un revenimiento de acuerdo con la consolidación efectiva y el acabado son necesarios en el concreto empleando este método de colocación. Aunque se necesita una mayor inversión inicial en el equipo para la colocación por medio de cimbra deslizante, esto se compensa con la economía general, el aumento de producción, y la alta calidad del trabajo especial para el cual conviene este tipo de colocación.

Bombeo:

El concreto bombeado puede definirse como concreto transportado mediante presión a través de tubos rígidos o mangueras flexibles y descargado directamente dentro del área deseada.

El bombeo puede emplearse en casi todas las construcciones de concreto, pero es especialmente útil donde el espacio o el acceso para el equipo de construcción son limitados. Los montacargas y las grúas quedan libres para entregar otros materiales de construcción simultáneamente con la colocación del concreto, y otras operaciones pueden seguir adelante sin ser estorbadas por las del concreto.

Según el equipo, el volumen de bombeo fluctuará entre 8 y 70 M3. por hora. La distancia de bombeo variará de 90 a 300 Mts. horizontalmente, y de 30 a 90 Mts. verticalmente.

Gracias a los nuevos adelantos técnicos en los equipos bombeadores, estas cifras están siendo superadas, tanto en rendimiento (M3./H) como en distancias horizontal y vertical de bombeo.

4.5 Vibrado.

El vibrado tiene como finalidad la distribución del concreto en todos los lugares de las cimbras, por separados o retirados que se encuentren y sobre todo la compactación. La colocación del bulbo vibrador es fundamental para conservarlo uniforme dejándolo sin huecos en su interior.

La compactación con equipo no vibratorio será aceptable si se cumple con los requisitos señalados.

Se deben tomar precauciones para colocar y compactar el concreto cuando se cuelen columnas, muros y losas de gran espesor usando revenimientos altos, habilitando ventanas en muros y columnas, ó colocando el concreto de la losa en capas no mayores de 50 cms., si son muy gruesas, compactándolas antes de colocar las siguientes.

En obras pequeñas la compactación se puede hacer con varillas siempre y cuando llene los requisitos fundamentales. En construcciones con grandes volúmenes de concreto, se puede usar cualquier tipo de vibrador. Interno, fijo o múltiple, con la condición de que se utilicen correctamente evitando la concentración de lechada cerca del bulbo y manguera por exceso de vibrado, exceso de potencia en el motor o muy revolucionado.

4.6 Curado.

El proceso de hidratación del cemento atraviesa etapas que tienen sus características propias. Tratándose del fraguado inicial, es más importante el mezclado que el curado, sin em

bargo, en la etapa más avanzada de hidratación, cuando el con
creto ha perdido por completo sus cualidades plásticas, es ne
cesario que se quede en reposo, conservándole su humedad, o
proporcionándole la que necesite por medio del curado. Sólo _
así se asegura la normalidad de su endurecimiento y la adhe-
rencia en aceros y minerales.

El curado puede hacerse de diferentes modos, regando agua
en las superficies, cubriéndolas con capas de arena húmeda, _
con arena o costales de yute mojados o bien, colocando una -
membrana protectora de líquidos grasosos o bien, con vapor _
de agua.

El momento en que debe iniciarse el curado es inmediatamen
te después que desaparezca el lustre acuoso, en el caso de su _
perfiles horizontales esto sucede de 2 a 4 horas después de _
colocado el concreto, o después del desmoldado para el caso _
de superficies verticales; sin embargo, es necesario tomar al
gunas precauciones previas, tales como: humedecer o acetar
las cimbras y saturar la base en el caso de guarniciones, ban
quetas y pisos.

CAPITULO 5. Ventajas del uso del Concreto Premezclado.

El Concreto Premezclado ofrece ventajas importantes para la construcción moderna. Se enumeran las siguientes:

Ventajas generales:

- a) La responsabilidad y garantía del diseño de la mezcla, en cuanto a trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, corren por cuenta del Premezclador.
- b) Ante una necesidad de concreto, por grande que esta sea, existe capacidad suficiente para suministrar el volumen que se requiera.

Ventajas Técnicas:

- 1a. Se cuenta con un producto científicamente elaborado y controlado con las técnicas más avanzadas y precisas.
- 2a. La resistencia del concreto se calcula con márgenes de seguridad para absorber las variaciones involucradas en todas las etapas de la producción.
- 3a. El reventimiento de la mezcla se controla con aproximación de 2 cms., máximo.

- 4a. La calidad es más uniforme, por el control de materiales, agua, mano de obra y equipo, que se establece a través de especificaciones y normas.
- 5a. Se controlan otras características perjudiciales del concreto, tales como fisuras, encogimientos, permeabilidad, desintegración paulatina y fraguado del cemento.
- 6a. Se cuenta con investigación constante para verificar diseños de mezclas, trabajabilidad, etc., así como para estudiar nuevos productos.

Ventajas económicas:

- 1a. Elimina desperdicios y mermas que en obra son altos, sobre todo en el cemento.
- 2a. Se reduce el costo de control técnico y vigilancia de operaciones por personal capacitado.
- 3a. Elimina casi totalmente el costo de pruebas de laboratorio.
- 4a. Reduce el costo por la producción de volúmenes grandes.

- 5a. Reduce riesgos al entregarse el concreto con garantía de resistencia y volumen.
- 6a. Permite reducir el tiempo de realización de la obra al contar con rapidez en los colados.

CAPITULO 6. Conclusiones.

1. Que el desarrollo que ha tenido la Industria de la Construcción en México ha sido tal, que requiere del apoyo de industrias cuyos productos están íntimamente ligados a la construcción. Siendo el concreto un producto eminentemente básico, la Industria del Concreto Premezclado juega un papel muy importante a fin de responder a las exigencias de rápido crecimiento de la Construcción.
2. Que la "Planta Industrial" de los fabricantes de Concreto Premezclado está estructurada en óptimas condiciones para satisfacer la creciente demanda de los constructores, a través de volúmenes y servicio adecuados.
3. Que el Concreto Premezclado se produce bajo estricto control de Normas, de calidad garantizada, que permite tener más seguridad en las estructuras y que igualmente facilita que el constructor realice obras más audaces y de mayor envergadura.
4. El Constructor moderno está consciente del alto costo del dinero en el tiempo, por lo que a toda costa necesita imprimir celeridad al avance de su obra, para terminarla en el menor tiempo. El Concreto Premezclado resulta ser una gran ayuda para lograr este objetivo.
5. La colaboración estrecha entre el Premezclador y el Construc

tor llevan a una más alta productividad, pues el primero se vé _
obligado a optimizar la calidad y el servicio de entrega al Cons- _
tructor y éste se verá ante la necesidad de programar mejor sus
colados, prever movimientos de cimbra, etc.

En la medida en que ambos, Productor y Consumidor, conoz- _
can los problemas y necesidades mutuas y exista una comunica- _
ción ágil y oportuna, se logrará más eficiencia y con ello, mayor
productividad.

6. Debido al constante avance tecnológico en nuevos concretos, - _
nuevos equipos y el uso de innovadoras técnicas constructivas, _
los industriales del concreto realizan tareas de investigación per-
manente para responder con oportunidad y eficiencia al desarro- _
llo de la Industria de la Construcción.