



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE ARQUIECTURA

**“PLANEACIÓN ESTRATÉGICA PARA EJECUCIÓN DE
COLADOS EN OBRA”**

CLAVE: ARQ-STI-2015-31

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN ARQUITECTURA

PRESENTA:

FRANCISCO JAVIER HUERTA FLORES

DIRECTOR:

ARQ. MARIA DEL CONSUELO PASTRANA GONZALEZ

ASESORES

MTRO. JOSÉ LUIS MORALES HERNÁNDEZ

MTRO. JUAN LEONARDO AYALA ROJAS

PUEBLA, PUEBLA.

MAYO 2016

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
3. JUSTIFICACIÓN.....	5
4. OBJETIVOS.....	6
5. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	7
5.1 DEFINICIÓN DE COLADO.....	7
5.2. MODALIDADES PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO.....	7
5.2.1. CONCRETO HECHO EN OBRA.....	7
5.2.2. CONCRETO PREMEZCLADO.....	10
5.3 MAQUINARIA Y EQUIPO NECESARIOS PARA UN COLADO.....	12
5.4 ASPECTOS IMPORTANTES EN EL LUGAR DE EJECUCIÓN.....	15
5.4.1 ACCESIBILIDAD.....	15
5.4.2 SELECCIÓN DEL EQUIPO.....	16
5.5. SUPERVISIÓN PREVIA.....	25
5.5.1 CIMBRADO.....	25
5.5.2 VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES.....	33
5.5.3. CALIDAD DE MATERIALES.....	37
5.6. SUPERVISIÓN EN EJECUCIÓN.....	38
5.6.1. EQUIPO DE SEGURIDAD Y DELIMITACIÓN ZONAS.....	38
5.6.2. VERIFICACION DE ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	40
5.6.3. TIEMPOS DE EJECUCIÓN.....	45
5.6.4. JUNTAS CONSTRUCTIVAS.....	47
5.7. SUPERVISIÓN DESPUÉS DEL COLADO.....	50
5.7.1. VERIFICACIÓN DE ACABADOS.....	50
5.7.2. RETIRO ORDENADO DE EQUIPO Y PERSONAL.....	51
5.7.3. CURADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	52
5.7.4. SEGUIMIENTO DE RESISTENCIA DE ESPECÍMENES.....	53
6. CONCLUSIÓN.....	54
7. BIBLIOGRAFÍA.....	62

1. INTRODUCCIÓN.

La industria de la construcción representa un factor relevante en la economía de todo país, puesto que siempre se encuentra vinculado al desarrollo de los mismos. Las obras que se construyen se consideran parte de los activos de un país, activos que generan riqueza y no solo eso; representan fuentes generadoras de empleo.

Toda obra necesita una estructura para funcionar de forma correcta, estructura que muchas de las veces se realiza a base de concreto reforzado. Dicho concreto reforzado lleva una secuencia de actividades para poder verlo materializado y que es fundamental, sean bien ejecutadas para lograr una estructura segura y confiable.

La presente obra está enfocada en dar un panorama más amplio acerca de los conceptos más básicos referentes al colado de elementos estructurales en obras; desde un punto de vista totalmente preventivo y no correctivo, haciendo hincapié en esos pequeños detalles que pudieran marcar la diferencia entre ejecutar un buen colado de forma rápida, segura y con la calidad suficiente o la ejecución poco eficiente que pudiera representar el mal funcionamiento de la estructura implicando un mayor costo, pero sobre todo, poniendo en riesgo integridad no solo de trabajadores sino también de los usuarios finales de una edificación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la ejecución de todo proyecto arquitectónico; el colado de losas, trabes, muros, cimentaciones, etc., representa una de las tareas más importantes en la industria de la construcción, ya que de esto depende el buen funcionamiento de la estructura de todo proyecto. Para lograr un buen colado es necesario la correcta ejecución del proceso constructivo pero también engloba una serie de actividades previas y post colado que en ocasiones complican el desarrollo de dicha actividad, como lo pudieran ser una mala elección de equipo, mala calidad de materiales, poca accesibilidad para suministro de los mismos o bien; malas prácticas en la preparación de las cimbras y supervisión de las mismas; todo esto resultando en la elaboración de elementos geoméricamente inexactos, con poca resistencia o presentando grietas, poniendo en peligro la integridad de la obra. Todos estos aspectos se van tomando en cuenta conforme se va adquiriendo experiencia, pero, en algunas ocasiones nos encontramos a gente joven recién egresada de las universidades o bien con muy poca experiencia en construcción a la cual se le presentan dichos problemas. Por todo lo anterior considero que es de vital importancia dar un panorama de los aspectos más importantes a tomar en cuenta a la hora de planear y ejecutar el proceso de colado para servir de ayuda a los jóvenes que recién se inician en la construcción.

3. JUSTIFICACIÓN.

Los colados en la construcción representan una de las actividades más importantes en la industria y forman parte en su mayoría de la estructura de las edificaciones por lo tanto es de vital importancia tener en cuenta una serie de factores que en su momento podrían llegar a comprometer dicha actividad y dar como resultado elementos poco confiables. Por otra parte, creo que es de vital importancia que cualquier profesionalista dedicado a la construcción cuente con las bases adecuadas para poder desarrollar dicha actividad de la mejor manera posible.

Este trabajo va dirigido en mayor medida a los estudiantes de las carreras de Arquitectura e Ingeniería para poder darles las bases suficientes para poder tomar las decisiones adecuadas a la hora de planear y ejecutar dicha actividad.

4.- OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

El objetivo de este trabajo es dar un panorama más amplio de los factores que influyen a la hora de planear y ejecutar un colado en obra; no importando la magnitud de misma o bien el sistema con el cual se ejecute, haciendo hincapié en el orden y seguridad

OBJETIVO PARTICULAR.

Eliminar poco a poco los vicios a la hora de realizar y supervisar esta práctica ya que en ocasiones no se le da la importancia necesaria, dando como resultados trabajos mal ejecutados que ponen en riesgo la integridad de las edificaciones y los usuarios.

5. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.

5.1 DEFINICIÓN DE COLADO.

Para la Real Academia Española, no existe un significado como tal para la palabra colado que sea aplicable al proceso constructivo del cual se hace referencia; por tal motivo lo definiremos como la acción de verter concreto en un molde previamente elaborado con el fin de obtener un elemento sólido que cumpla con las especificaciones técnicas que rige la normatividad vigente de construcción para cada caso en específico.

5.2. MODALIDADES PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO.

5.2.1. CONCRETO HECHO EN OBRA.

Este tipo de concreto como su nombre lo dice es el que se elabora en obra a partir de materiales previamente seleccionados por el administrador de obra y previamente verificados y aceptados por el Director Responsable de Obra. Suele ser en teoría menos exacto en cuanto a su dosificación, teniendo como resultado una mayor variación en sus propiedades.

Para su elaboración es posible optar por dos procesos. El primero y más básico es; mezclando los componentes necesarios de forma manual ayudándose de herramienta. Dicho proceso se ejecuta preparando previamente una superficie limpia para la mezcla de éste, como puede ser un entarimado impermeable o bien una superficie plana preparada (cubriendo dicha superficie con un concreto pobre bien nivelado y una vez fraguado se podría proceder); lo anterior con el fin de no contaminar sus componentes.

La segunda opción es por medios mecánicos haciendo usos de una revolvedora ya sea impulsada por un motor a gasolina o bien eléctrico. El proceso se da, vertiendo

cada uno de los elementos dentro de la olla de la misma en las cantidades necesarias para lograr la resistencia a la compresión necesitada.

A continuación, se presentan las dosificaciones más utilizadas para la fabricación de dicho concreto en base al bote más común en México.



(d) Diámetro	0.284 m	Volumen del cilindro al asa	
(r) Radio	0.142 m		
(h) Altura al asa	0.300 m	Área de la circunferencia	0.0633 m ²
(e) Enrase	0.050 m	Volumen del cilindro	0.0190 m ³

19 litros

DOSIFICACION DE CONCRETOS POR BULTO 50 KG					
Resistencia	F'c=100kg/cm ²	F'c=150kg/cm ³	F'c=200kg/cm ⁴	F'c=250kg/cm ⁵	F'c=300kg/cm ⁶
CEMENTO	1	1	1	1	1
AGUA	2	1 3/4	1 1/2	1 1/4	1
ARENA	6	5 1/4	4 1/2	3 3/4	3
GRAVA 19 mm	8	7 1/2	6	5 1/2	4 3/4
RESULTANTE M³	0.18 m³	1.65 m³	0.15 m³	0.13 m³	0.11 m³

DOSIFICACION DE CONCRETOS POR m3					
Resistencia	F'c=100kg/cm2	F'c=150kg/cm3	F'c=200kg/cm4	F'c=250kg/cm5	F'c=300kg/cm6
CEMENTO	5	6	7	8	8 1/2
AGUA	13 1/2	13 1/2	12 2/3	12 1/2	10 1/2
ARENA	30	29	28 1/2	28 1/2	27 1/3
GRAVA 19 mm	35	34 1/2	34 1/2	34	33
RESULTANTE M3	1.00 m3	1.00 m3	1.00 m3	1.00 m3	1.00 m3

Nota: La unidad empleada en las tablas antes mostradas es el bote.

BIDECO (2009) TABLAS DE PROPORCIÓN DE MEZCLAS PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO. 13 FEBRERO 2016. URL:
[HTTP://WWW.BIDECO.COM.MX/TECNICO/MEZCLAS/CONCRETO.HTML](http://www.bideco.com.mx/tecnico/mezclas/concreto.html)

La elección de esta modalidad en cuanto a elaboración de concreto estará directamente ligada a la resistencia requerida en obra. A continuación, se presenta un listado con las ventajas y desventajas más comunes en este proceso.

Principales ventajas de la elaboración del concreto hecho en obra.

- Ejecución más apegada a los tiempos de obra, ya que; si por algún motivo surgiera un retraso en los trabajos previos, es posible retrasar su elaboración o ejecutarlo a cualquier hora.
- Mayor accesibilidad ya que el equipo para su elaboración es pequeño en comparación a la maquinaria empleada para surtir el concreto premezclado.
- Más barato en pequeñas cantidades ya que no se tiene que pagar el traslado.

Principales desventajas del concreto hecho en obra.

- Menor control en su dosificación y por lo tanto mayores variaciones en su resistencia.

- Poca viabilidad para elaborar grandes cantidades ya que por tiempos se podrían presentar juntas frías.
- Mayor costo en la elaboración de grandes cantidades. Ya que se requeriría un aumento significativo en la mano de obra.

Dicho lo anterior; este concreto de preferencia deberá ser aplicado solo casos donde los elementos a colar representen un volumen pequeño y procurar hacer una buena selección de materiales procurando que los agregados pétreos sean consistentes en cuanto a tamaño, (granulometría) y en casos como la arena de tono uniforme libre de tierra y basura; así como tratar de apegarse lo mayor posible a las cantidades expuestas en las tablas anteriores, todo esto con la finalidad de obtener la mayor fiabilidad a compresión de los elementos a colar.

5.2.2. CONCRETO PREMEZCLADO.

El concreto premezclado es aquel que se comercializa por empresas dedicadas exclusivamente a la elaboración de éste. Actualmente existe una oferta muy amplia de proveedores en el país y se ha extendido a casi cualquier tipo de obra no importando su magnitud.

La principal característica de ésta modalidad radica en que la responsabilidad por suministro de materiales para elaboración del concreto, arrendamiento de equipo o por la dosificación recae en las empresas concreteras, ya que estas se encargan de verificar y garantizar la calidad de su material, sometiendo a pruebas de laboratorio sus insumos y manteniendo todos sus equipos con la calibración adecuada para su dosificación; obteniendo con esto un concreto de mayor fiabilidad del que se elabora en obra. Dicho lo anterior basta con hacer la requisición del concreto con las características específicas de nuestro proyecto (resistencia, revenimiento, tipo de agregados, aditivos, etc.) y estas empresas se encargan del suministro en tiempo y forma acordado. Cabe mencionar que esto no es motivo para desentenderse al

cien por ciento, ya que existen ciertos aspectos que deben cuidarse desde la requisición hasta el momento del vaciado en obra, mismos aspectos en los que se hará hincapié en posteriores apartados de este trabajo. En seguida se enlistan algunas ventajas y desventajas de esta modalidad.

Principales ventajas de la elaboración del concreto premezclado.

- La calidad de materiales suele ser mejor ya que estos son sometidos constantemente a pruebas de laboratorio.
- Dosificación más acertada ya que se hace de forma mecanizada.
- Menor mano de obra.
- Opción de concretos de mayor resistencia, modificaciones en cuanto agregados para disminución de peso o fluidez para bombeo y una variedad de aditivos.
- Mayor espacio en obra al no tener agregados o cemento almacenados.
- Disminución de tiempos de colado ya que el concreto llega listo para ser vaciado o bombeado.
- Posibilidad de suministro 24 horas.
- Disponibilidad de bombas para concreto.

Principales desventajas del concreto premezclado.

- Se requiere un mayor espacio para el acceso y maniobras de camiones de suministro.
- Retrasos en suministro por causas externas como tráfico o descompostura de unidades de suministro.
- En algunas ocasiones sobre costo por horarios nocturnos.
- Equivocada cubicación del suministro

5.3 MAQUINARIA Y EQUIPO NECESARIOS PARA UN COLADO.

Como en cualquier ámbito para la elaboración del concreto existe una gran variedad de equipo que nos permite la fabricación del mismo, así como equipo que nos facilita el transporte o vaciado del mismo; variando de acuerdo a la magnitud de obra o bien a la accesibilidad de esta. A continuación, se presenta una lista con el equipo comúnmente utilizado.



- ***Pala y carretilla.***

Esta representa la herramienta más común y utilizada en obra, no importando tipo o magnitud de la misma, existiendo una variedad en cuanto a marcas y capacidad de carga.



- ***Revolvedora de concreto.***

Puede ser el equipo mayor conocido en la elaboración de concreto y por sus medianas dimensiones, se ajusta a casi cualquier obra. Existen variaciones en cuanto a la capacidad de sacos de cemento; así mismo en la calidad y caballaje de motor ya sea alimentado por gasolina o bien eléctrico pero el funcionamiento es el mismo en cualquier versión.



- **Vibrador de concreto.**

Es uno de los instrumentos más importantes para la obtención de concretos homogéneos ya que mediante la vibración que se ejerce se evitan oquedades (Espacios huecos en el interior de un cuerpo sólido). Existen diferentes tipos de éste, siendo algunos más portátiles y existiendo al igual que en las revolvedoras variaciones en cuanto a motores ya sean de combustión o eléctricos. Dejando la elección de potencia y tipo de motor en base al tipo de trabajo a realizar, ya que no es lo mismo colar una trabe de 50x30 cm, que colar una pila de 2 metros de diámetro y 10 m. de altura.



- **Bomba Concreto Estacionaria.**

Usada generalmente en condiciones donde las bombas telescópicas no tienen acceso ya sea por la presencia de cables u obstáculos como paredes o losas. Para su uso se requiere tubería y también existe variedad de macas, motor y capacidad de bombeo que va de los 34 a 90 m³/h con una longitud de 46 a 122m.en vertical.



- **Bomba Concreto Telescópica.**

Quizá la mejor opción en cuanto a versatilidad ya que no requiere ensamblaje de tubería, se despliega rápidamente y tiene un alcance que va de los 28 a los 39m.con una capacidad de bombeo promedio de 90 m³ de concreto.



- ***Camión Revolvedora de concreto.***

Este equipo además de servir para el transporte de concreto también se utiliza para verter el concreto directamente en el sitio cuando así lo permita la obra como puede ser para el colado de firmes, banquetas, losas, etc.



- ***Tolva para Grúa.***

Se suelen emplear cuando la accesibilidad para para bomba telescópica es nula o bien se requiere una distancia mayor a la que estas últimas alcanzan. Van enganchas a cualquier grúa siempre y cuando cumpla con la resistencia adecuada.

5.4 ASPECTOS IMPORTANTES EN EL LUGAR DE EJECUCIÓN.

5.4.1 ACCESIBILIDAD.

En teoría y sujetándose a normas de seguridad, toda ejecución de obra debería llevarse a cabo en un ambiente de total orden teniendo bien definidas las áreas de trabajo y sobre todo contando con las vías de acceso o evacuación bien definidas e identificadas y siempre libres de obstáculos.

En muchas ocasiones esto no es así, siendo este uno de los problemas principales en obras pequeñas ya sea por la falta de espacio o bien por la falta de planeación del residente o en algunos casos el desconocimiento total de los reglamentos y normas por parte de maestros de obra, albañiles y de algunos D.R.O. En contraste en obras de gran envergadura generalmente se cumplen todos estos aspectos ya que cuentan con la presencia de personal dedicado exclusivamente a preservar la seguridad e higiene de la obra.

La accesibilidad es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de planear la ejecución de un colado ya que de ésta dependen varios aspectos esenciales como lo es: la elección del equipo, mismo que está determinada por las condiciones de espacio o distribución del área de trabajo, el horario en que se realizara el colado ya que en ocasiones las obras se encuentran en calles o avenidas principales afectando esto el rápido suministro de materiales o concreto en caso de ser premezclado, la ubicación del equipo o bien el acceso de servicios de emergencia que se pudieran llegar a requerir.

Un buen análisis de la superficie libre en obra es determinante en la ejecución de un colado ya que esto influirá de forma radical en los tiempos de ejecución y por lo consiguiente en la calidad final de los elementos colados.

5.4.2 SELECCIÓN DEL EQUIPO.

Como se ha expuesto anteriormente son dos los factores determinantes para la selección del equipo para la realización de un colado.

El primero de estos es la magnitud de la obra. (cantidad de concreto a emplear) ya que sería totalmente absurda y cara la utilización de una bomba de concreto para colar una losa de 6 m² (0.80 m³) todo esto por dar un ejemplo o bien la utilización de concreto hecho en obra para colar una losa en un tercer piso de 600 m² (90m³)

El segundo de estos aspectos es la accesibilidad ya que esta influye fuertemente en los tiempos de ejecución del colado mismos que podían repercutir directamente en la calidad del colado dando como resultados la aparición de juntas frías, que no son otra cosa más que la discontinuidad que se forma cuando un volumen o capa de concreto se endurece antes de que la siguiente capa o elemento se haya colocado, no logrando una buena unión, misma que podría poner en riesgo la integridad de los elementos colados.



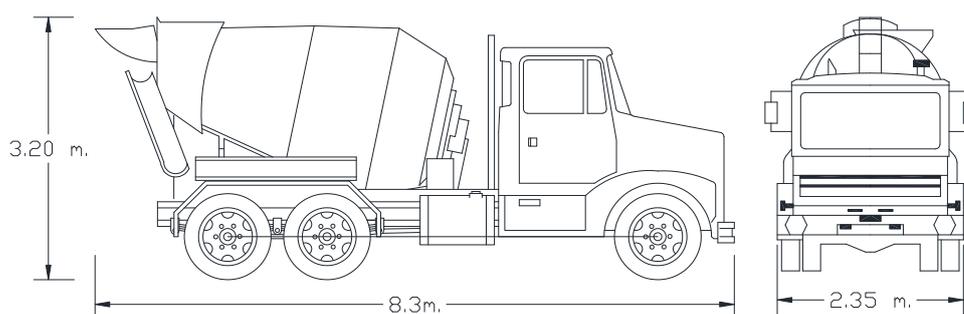
JUNTA FRÍA EN COLADO DE MURO

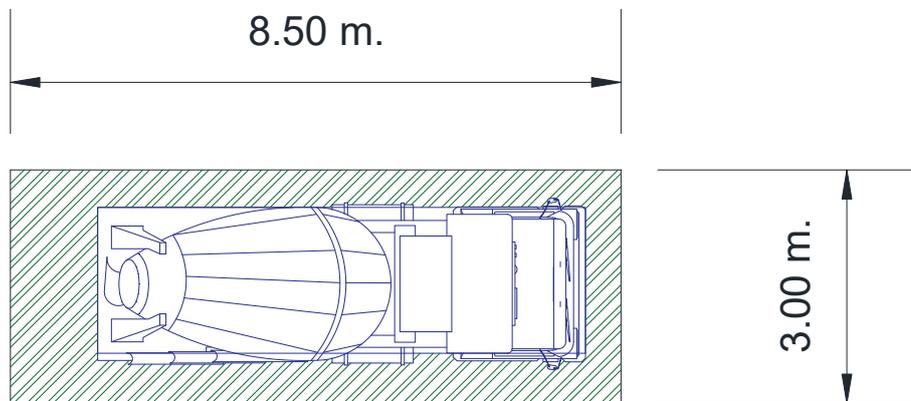
Por lo anterior, a continuación, se presenta un análisis de espacios mínimos requeridos para la utilización de cierto equipo, así como el análisis de espacio de la combinación de estos, ya que el equipo casi siempre se utiliza en conjunto.

Camión revolvedor.

El modelo empleado por las concretas viene equipado con una olla de 8 m³ de capacidad. Este representa el equipo más básico cuando se emplea concreto premezclado.

En base a sus dimensiones y el aspecto de accesibilidad veremos que se necesita un área mínima de 25.5 m², siempre y cuando el área tenga un ancho mínimo de 3 m. con el fin de tener el espacio suficiente para ser operado. Cabe mencionar que este ancho presentado como “mínimo”, es válido solo bajo ciertas condiciones de colado ya que en ocasiones se necesita maniobrar para llegar a lugares específicos del elemento a colar.

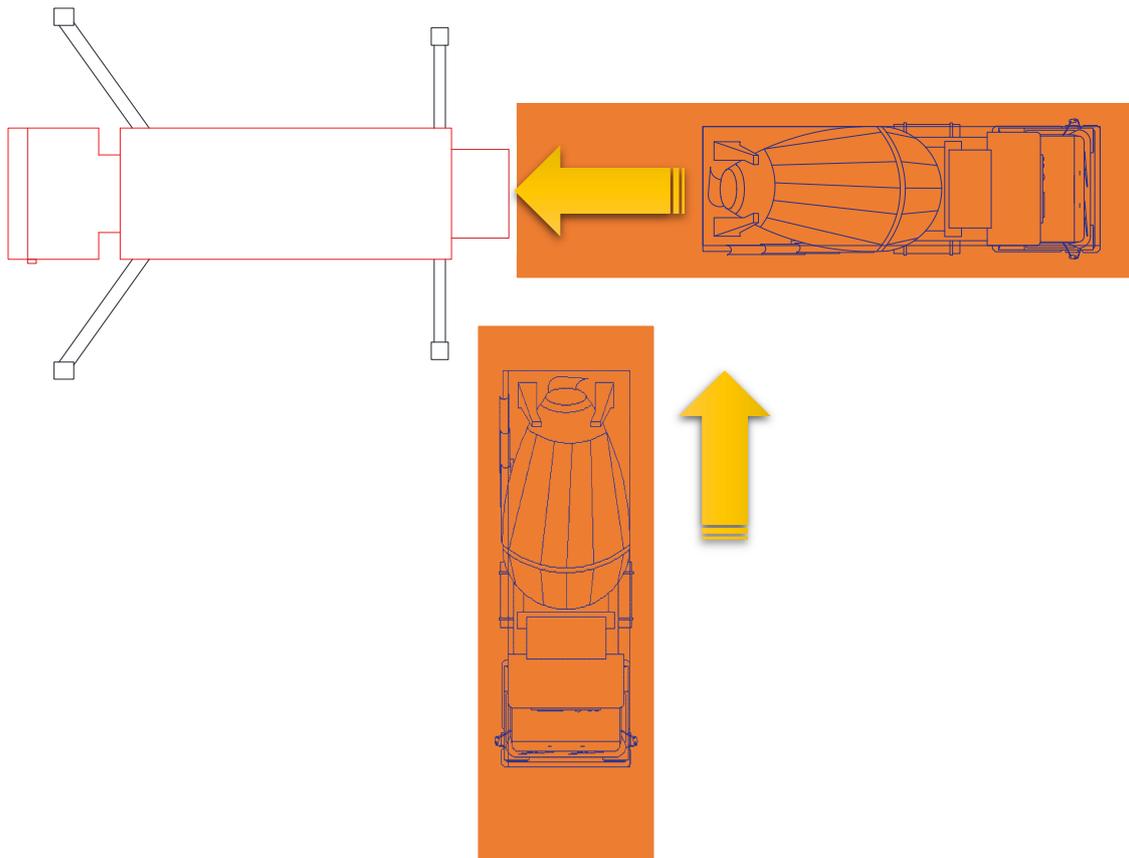




Análisis de espacio combinación bomba tipo pluma más camión revolvedora.

Camión Revolvedora.

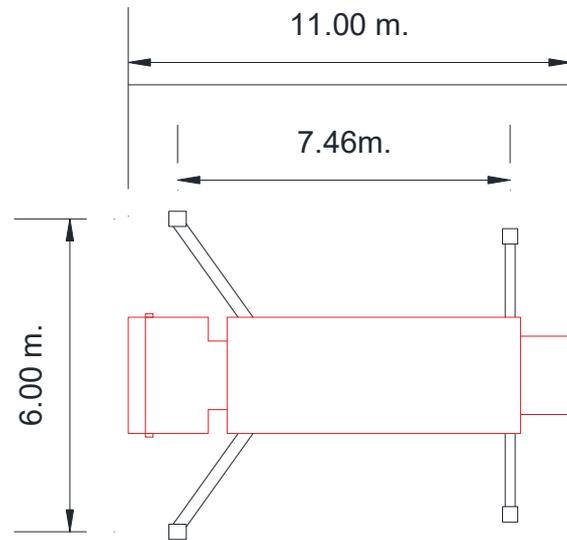
Bajo esta combinación el área mínima requerida en análisis anterior ($25.5 m^2$) suele resultar suficiente, ya que los ajustes de movimiento para llegar a las áreas de colado, son realizados por la bomba telescópica y la función del camión queda limitada exclusivamente al suministro de concreto para la bomba por lo cual el movimiento puede ser ejecutado de forma lineal, teniendo la limitante únicamente en cuanto al sentido en el que el camión hace el encuentro con la bomba de concreto.



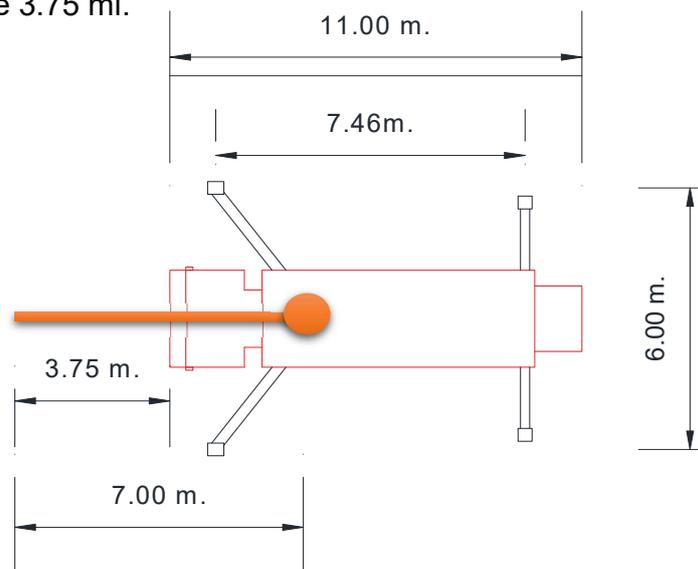
Bomba para concreto telescópica o Pluma.

Unos de los modelos más comunes de bomba para concreto telescópica en México es el denominado KVM 32 XL con bomba SCHWING su alcance es de 32 m. y sus principales dimensiones son las siguientes:



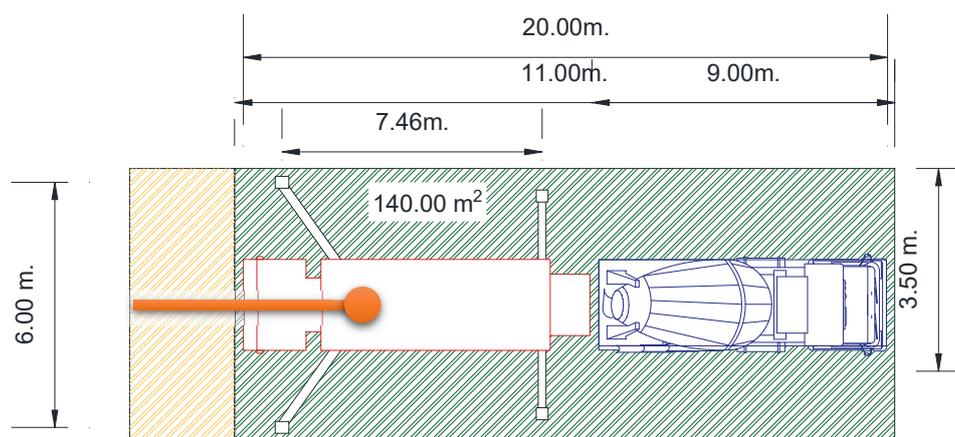


En base al croquis mostrado anteriormente se podría decir que se necesitan un mínimo de 66 m² para situar a una bomba de este tipo dando un margen muy reducido a sus dimensiones, aunque ese dato no representa el área mínima necesaria para poder realizar un colado en forma óptima, ya que hace falta sumar el espacio necesario para desplegar la pluma, así como el área para la ubicación del camión revolvedora. Según la ficha técnica de la bomba adicionalmente a la longitud del camión sobre el que se monta la bomba, se necesita una distancia de 7 m. para poder hacer el despliegue de la misma lo que aumenta el área libre necesaria y esto se ve traducido en una longitud adicional de 3.75 m.

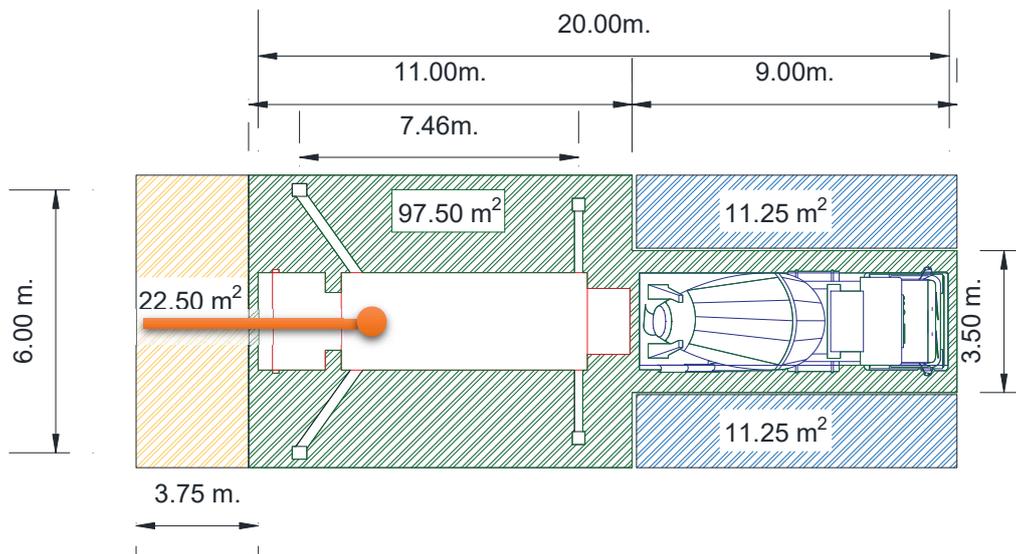


Tomado en cuenta lo anterior podríamos concluir que el área mínima necesaria en el más estricto sentido para albergar y operar este tipo de solución será de 140 m² y que deberá existir un ancho mínimo de 6 m. Haciendo hincapié nuevamente en que ciertos factores como la posición en la ubicación del camión revolvedora, así como si existiera libertad de rotación para la pluma pudiera ser determinante para disminuir o aumentar el área necesaria para el funcionamiento adecuado del conjunto y llevándolo a cabo de forma segura.

A continuación, se presenta un gráfico con las áreas mínimas necesarias que se tomaron como referencia para presentar estos datos.



Como se puede observar bajo ciertas circunstancias podríamos reducir el área mínima necesaria total hasta en un 25% pero es preferible siempre contar con un margen que nos brinde la comodidad necesaria para poder realizar el trabajo de forma óptima.

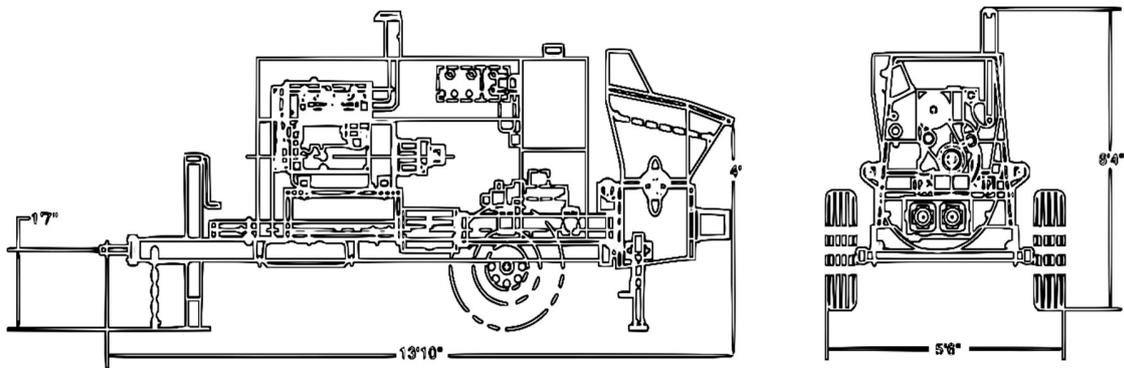


Análisis de espacio combinación bomba estacionaria más camión revolvedora.

Bomba para concreto estacionaria.



Para el análisis del espacio requerido para esta combinación se tomará en cuenta una bomba SCHWING SP 500 y el camión revolvedor antes mencionado. La bomba mencionada anteriormente representa uno de los modelos más comunes en la industria nacional. Esta bomba según sus especificaciones técnicas es capaz de mover una cantidad de 35 m³ de concreto, lo que equivale aproximadamente a unas 4 ollas de concreto por hora y tiene un alcance vertical máximo de 100 ml con lo cual posible satisfacer las necesidades de casi cualquier obra.

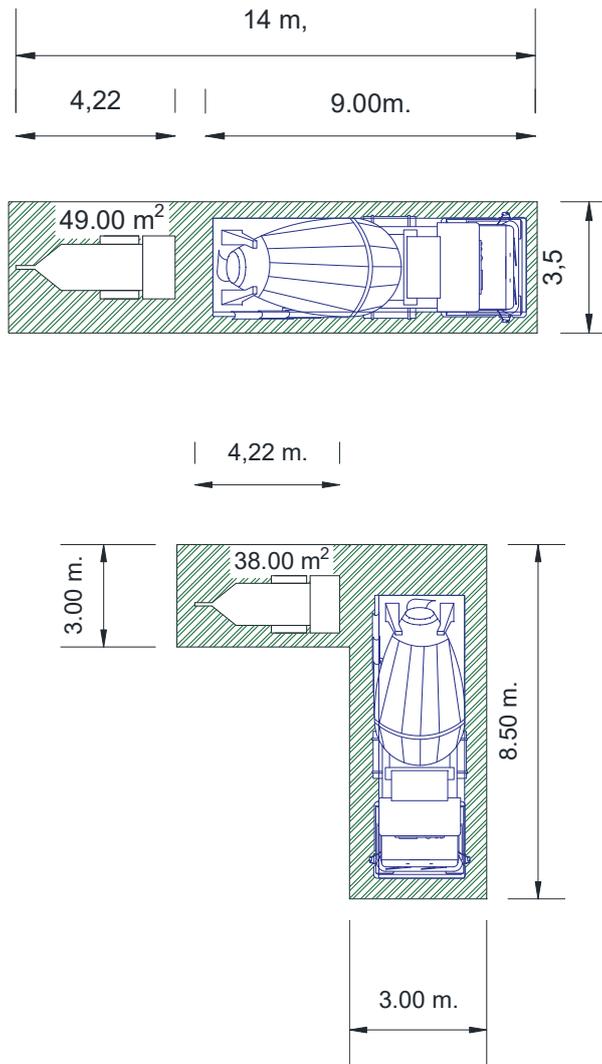


Tiene unas dimensiones de 4.22 m. de largo por 1.68 m. de ancho por lo cual ocupa un área mínima de 7 m².

Realizando el análisis correspondiente podemos concluir que son necesarios 49 m² como mínimo para poder operar esta combinación de equipo, aunque la única condicionante es que siempre exista un ancho mínimo de 3.5m. para poder ubicar con cierto margen al camión revolvedora

A continuación, se presenta el gráfico mediante el cual se realizó el análisis:

En este caso también existe la posibilidad de reducir el área mínima, aunque como anteriormente se ha comentado ya dependerá de las condiciones de obra y de igual forma, de la disposición de la tubería empleada ya que esta variara mucho en función de las necesidades de obra.



5.5. SUPERVISIÓN PREVIA.

5.5.1 CIMBRADO.

Como anteriormente se ha expuesto existen varios factores importantes a la hora de ejecutar de manera correcta un colado y el cimbrado es uno de ellos. De este depende que los elementos colados conserven la forma requerida, así como un buen armado de cimbra puede ser un factor crucial en cuanto a tiempos y calidad.



CIMBRADO DE MUROS PARA CISTERNA

A continuación, se presentan una serie de puntos los cuales deben ser verificados previamente antes de realizar el vaciado del concreto a utilizar.

5.5.1.1. SELECCIÓN DE MATERIALES.

La buena selección de los materiales empleados en cimbra es crucial y depende del tipo de elemento a colar; todo lo anterior tomando en cuenta factores como, rapidez, apariencia y economía.

MATERIALES EMPLEADOS COMO CIMBRA Y SUS USOS	
MATERIAL	USO PRINCIPAL
ACERO	CIMBRA PESADA, COLUMNAS, ANDAMIAJE, PUNTALES
ALUMINIO	PANELES LIGEROS
TRIPLAY	ACABADO APARENTE, PANELES LIGEROS
PAPEL PRENSADO	COLUMNAS, LOSAS
CARTON CORRUGADO	TRABES LOSAS
FIBRA VIDRIO Y PLASTICO	LOSA RETICULAR, ACABADO APARENTE
MADERA	ACABADOS DIVERSOS, ANDAMIAJES
AGLOMERADOS DE MADERA	ACABADO APARENTE, CERCHAS

RELACIÓN DE LOS TIPOS DE MATERIALES Y SU USO PARA EL CIMBRADO. TOMADA DE LA NORMA PEMEX 3.135.01 CIMBRA PARA CONCRETO.

La madera y el metal son dos tipos de materiales que se emplean con más frecuencia en la industria actualmente. No obstante, hoy en día se han incorporado otro tipo de materiales como el aluminio, cartón, fibra de vidrio y el plástico.

Madera.

La madera es quizá el material más antiguo y mayormente utilizado como cimbra por su adaptabilidad y manejo. Es de vital importancia seleccionar piezas en buen estado, así como sujetar los moldes firmemente para evitar deformaciones. Por otra parte, estos moldes o encofrados deberán ser protegidos con una mano de algún lubricante o desmoldante para preservar la cimbra, sobre todo para evitar la adherencia de la cimbra al concreto y conservar la apariencia de este.



TARIMAS DE MADERA PARA CONSTRUCCION

Metal.

Por lo general los moldes metálicos se usan cuando se desea un acabado perfecto o bien cuando los elementos estructurales a colar obedecen a dimensiones estandarizadas o moduladas, es decir cuando se tienen columnas, traveses tipo. Por su costo elevado de fabricación, su uso es un tanto restringido.



Por ejemplo emplear cimbras metálicas podría tener mayores beneficios en cuanto a rapidez, pero en ocasiones las formas o medidas estándar no se adaptan a las necesidades de nuestra obra; o bien para al emplear cimbras de madera se obtiene beneficio en cuanto a adaptar formas y medidas pero perdemos tiempo en el armado de la misma y en ocasiones resulta ser un tanto más cara ya que representa un mayor gasto en cuanto a mano de obra o simplemente el factor de que la madera está más limitada en cuanto a su reutilización.



CIMBRA METALICA COLUMNA



ENCOFRADO MADERA EN COLUMNA

5.5.1.2. VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES Y ARMADO PREVIO AL VACIADO.

En ocasiones resulta ser tanta la premura por colar que simplemente se pasa por alto la verificación física de dimensiones del encofrado y resulta que al momento de colar suele hacer falta o bien sobrar concreto; y esto se debe a que la cuantificación en ocasiones se realiza de forma teórica tomando como base lo indicado en planos y en muchas ocasiones en obra se hacen adecuaciones que no se toman en cuenta; todo lo anterior repercutiendo en la extensión de tiempos de colado. Por otra parte, en ocasiones llega a suceder que no se hacen los refuerzos adecuados en las

cimbras o bien se arman de mala forma dejando huecos que en muchas ocasiones requieren de la intervención de carpinteros retrasando el proceso y repercutiendo en ocasiones en la calidad del concreto vaciado o bien en la forma final de los elementos; recalcando que todo atraso se ve reflejado directamente en un incremento de costos de ejecución.



CIMBRADO DE COLUMNA



MEDICION SEPARACION DE ACERO DE REFUERZO

5.5.1.3. VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE CIMBRA.

Volviendo a los materiales en ocasiones no se le da importancia al estado de tarimas, polines o defectos de madera. Resulta que en materiales como la madera se está restringido un cierto número de usos (normalmente se consideran 3 usos). La restricción en cuanto a usos no es absoluta, dependerá del tipo de elemento a colar ya que en ocasiones se requieren elementos con terminado aparente o bien, en estricto sentido cualquier elemento estructural deberá estar geométricamente bien definido para cumplir su propósito.

Por ejemplo, suele suceder que las hojas de triplay en ocasiones presentan una serie de deformaciones que se verán reflejadas estéticamente y las cuales tendrán que ser solventadas ya sea haciendo pequeñas demoliciones donde se vean protuberancias o bien resanar grandes depresiones. Por otra parte, se

podieran presentar rupturas de las mismas que en ocasiones con un poco de suerte fuera posible repararlas en el momento y seguir colado, aunque esta situación no deja de representar una extensión de tiempos; aunque también pudieran presentarse rupturas u oquedades sin posible reparación misma que serían motivo para la cancelación del colado presentando alza de costos considerablemente ya tendrían que repetirse trabajos.



CIMBRADO DE TRABE

Por todo lo expuesto anteriormente se puede asegurar que el proceso de cimbrado es crucial para la correcta ejecución de un colado y debe ser un proceso que requiera una supervisión constante y a detalle por parte del residente y D.R.O. ya que de esta dependerá la eficiencia en cuanto a tiempos de ejecución, la seguridad del personal, calidad de elementos y el apego al presupuesto asignado ya que un alza en costos por malos trabajos es inaceptable en cualquier obra.

5.5.2 VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES.

5.5.2.1 CONCRETO.

Actualmente existen en el mercado distintos tipos de concreto desde concretos de trabajabilidad extendida, estructurales ligeros, rellenos fluidos, antibacteriales, arquitectónicos, etc. Cada uno de ellos con propósitos diferentes y usados en distintas situaciones.



INYECCION DE CONCRETO PARA ANCLAS

Con base en lo anterior es claro que debemos sujetarnos estrictamente al tipo de concreto que se nos es especificado en el proyecto estructural ya que dependiendo de las condiciones de nuestra obra; como lo puede ser clima,

presencia de agua, unión de concretos nuevos a viejos, alturas o distancias de bombeo, existirán ciertos requerimientos especiales como parámetros de revenimientos, tipo y tamaño de agregados, resistencias o bien si deberá llevar algún aditivo como fluidizantes, retardantes, aceleradores de fraguado, expansores, adhesivos o bien impermeabilizantes.



CONCRETO LANZADO EN TALUD

A continuación, se enlistan algunos aditivos y su principal función:

- I. *Impermeabilizante*. Construcción de losas, cisternas y tanques.
- II. *Fluidizantes o retardadores de fraguado*. Para llevar concreto a alturas elevadas por medio de bombeo. Hacer maleable por más tiempo.

- III. *Adhesivos*. En la reparación de estructuras dañadas o agregados de obra existente, donde se debe ligar concreto viejo con nuevo
- IV. *Inclusores de aire*. En colados, donde las temperaturas son bajas y se desea obtener concretos resistentes al efecto del congelamiento.
- V. *Expansores*. Para el anclaje de equipo y maquinaria, los cuales proporcionan estabilidad dimensional a las piezas por anclar.

5.5.2.2. ELEMENTOS ADICIONALES.

De igual forma que con el concreto hay elementos adicionales que deberán ser verificados previo al colado. En todo elemento a colar se presentan especificaciones de recubrimientos mínimos de acero por lo cual habrá que verificar que se cumplan dichas especificaciones.

Comúnmente para cumplir con este requisito se utilizan separadores plásticos que nos garantizan el recubrimiento mínimo uniforme, pero no solo existen estos elementos. También podemos encontrarnos con separadores de cimbras o coloquialmente conocidos como moños que no son útiles para dar un espesor bien definido a muros o bien la utilización de bandas ojilladas para el colado en secciones de grandes cisternas y así evitar fugas en juntas.



MOÑOS SEPARADORES PARA MURO DE CONTENCIÓN

Por otra parte, deberán ser verificados elementos adicionales como pasos para hombre, tuberías, o placas embebidas para posteriores montajes.



COLOCACION DE TUBERIA SANITARIO EN LOSA DE COMPRESION

En conclusión, deberán ser verificadas todos los detalles en planos para no omitir la implementación de preparaciones para instalaciones especiales o bien simplemente de aquellos elementos que garanticen los recubrimientos mínimos o espesores de proyecto.

5.5.3. CALIDAD DE MATERIALES.

Al igual que en otros productos, en el ramo de la construcción existen diferencias de calidad en cuanto a materiales. Con respecto al cemento, aunque existen diferentes marcas en país, este deberá ser el material que menos nos preocupe, ya que todos deben cumplir la normatividad mexicana **NMX -C-414-ONNCCE-1999** para poder ser vendidos. En cuanto a los agregados pétreos a pesar de contar también con su normatividad en específico la norma **NMX C-111**, existen grandes diferencias ya que estos en algunas ocasiones son sustraídos de bancos o ríos sin autorización y por lo tanto no cuentan con pruebas de laboratorio para garantizar la calidad de los materiales, representando esto, no solo incertidumbre en cuanto a calidad, sino también daños irreversibles al medio ambiente.

En estricto sentido, a la hora de comprar materiales se debería solicitar al proveedor evidencia de la legalidad y calidad de los materiales pétreos que se compran, aunque en el país raramente las casas de materiales pueden garantizar estos.

En el caso concreto del concreto premezclado se puede estar un poco más tranquilo, ya que, por su control de calidad, estos obtienen los materiales de bancos certificados y realizan pruebas periódicas de laboratorio a los materiales que emplean, así como también realizan la calibración de sus basculas. Pero esto no quiere decir que nos olvidemos de estas, el comprador tiene la obligación de pedir las y la empresa que distribuye el concreto está obligado a

mostrar las pruebas. Lo mismo debe aplicar no solo para cemento y agregados, el agua y los aditivos también están regidos por sus respectivas normas misma que son la **NMX C-155** y **NMX C-255** respectivamente.

Se puede llegar a la conclusión que no importa el tipo de concreto que se emplee, ya sea premezclado o hecho en obra. El responsable de la obra tiene la obligación de comprobar el origen y la calidad de los materiales a emplear, ya que, con esto, minimiza los riesgos de tener un concreto que no sea fiel a sus especificaciones y que pudiera llegar a provocar fallas estructurales pudiendo ser motivo para la demolición y por lo tanto un alza en presupuesto por la repetición de trabajos.

5.6. SUPERVISIÓN EN EJECUCIÓN.

5.6.1. EQUIPO DE SEGURIDAD Y DELIMITACIÓN ZONAS.

El uso de equipo de seguridad no es exclusivo en la ejecución de un colado, sino que en cualquier etapa del proceso de construcción toda persona que se encuentre en el área de construcción, no importando si solo está de paso o bien ejecutando trabajos, deberá hacer uso de este. El uso de este equipo es de vital importancia ya que la construcción es un trabajo catalogado de riesgo muy alto.

En concreto el colado representa uno de los trabajos más riesgoso a la hora de construir ya que en ocasiones los trabajos se ejecutan a gran altura o bien se está en contacto con maquinaria o equipo, mismo que podría lesionar gravemente a todos los ejecutores.

El equipo básico para la ejecución de un colado en específico, no viene implementado en ninguna norma Secretaría del Trabajo y Previsión Social por

lo que se tomará como referencia el equipo de seguridad básico para un albañil de acuerdo a la norma **NOM-031-STPS-2011**.

El equipo básico mencionado en la norma anterior es el siguiente:

- **Casco contra impacto.** En toda obra se manipular cosas en altura, se realiza el traslado de material de largas dimensiones o bien se ejecutan trabajo cerca de maquinaria por lo cual es importante proteger la cabeza.
- **Chaleco Reflejante:** Estos chalecos representan al igual que el casco uno de los equipos más básicos en la construcción ya que este hará posible que el trabajador cuente con una mejor visibilidad en el día por sus colores llamativos y en la noche ya que poseen tiras que reflejan la luz.
- **Botas contra impacto o botas impermeables.** Dependiendo de la actividad a realizar dependerá el uso de unas u otras. Las botas de impacto deberán ser utilizadas por los operadores de bombas, supervisores, residentes o bien cualquier otra persona que no esté en contacto directo con el concreto. Mientras que de las botas impermeables harán uso los coladores y el personal a cargo de la manguera de salida de la bomba.
- **Gafas de protección.** Estas deberán ser utilizadas por cualquier involucrado en el proceso de colado ya que en ocasiones cuando se cuela con bomba suelen salpicar pequeñas porciones de concreto a gran distancia.
- **Guantes.** El concreto es fabricado con cemento mismo que contiene cal, silicatos, aluminio, hierro y otros aditivos que son corrosivos para el tejido humano, por lo tanto, un contacto prolongado con el mismo puede ocasionar quemaduras o úlceras en la piel que tardan meses en sanar; de ahí la importancia de utilizar guantes.

- **Arnés y línea de vida:** Son de vital importancia ya que en ocasiones los trabajos son realizados a grandes alturas, se trabaja muy cerca de la manguera de bombas y pudiera ocasionar una caída o bien si se produce algún desvanecimiento por parte de un trabajador.

Por otra parte, el área de colado deberá estar debidamente acordonada evitar la presencia de personas ajenas a dicha actividad y en toda área donde se use maquinaria como las bombas, generadores, reflectores, o vibradores se deberá contar con un extinguidor.

Deberán estar bien definidas las áreas de acceso de ollas o bien para el ingreso de una ambulancia o servicios de auxilio y en todo el tiempo que dure la actividad deberá ser verificado que no exista obstrucción de las mismas.

5.6.2. VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Previo a la realización de colado, la empresa encargada de suministrar el concreto ya posee los datos con las características o especificaciones del material a emplear, pero esto deberá ser verificado en campo ya que, en ocasiones, ya sea por los problemas antes mencionados como distancias o tráfico, el concreto puede llegar alterado.

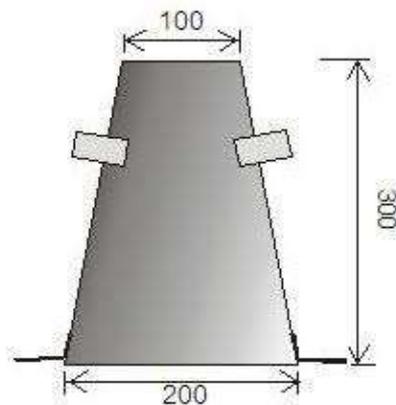
La verificación de este material previo al vaciado juega un papel muy importante al colar, ya que de la calidad del material vaciado dependerá en gran medida no sólo de la dosificación de los materiales, sino también de los tiempos de transporte o bien en su defecto del tiempo de mezclado en el camión mezcladora.

Para verificar dicha calidad o condiciones del concreto, existen algunas pruebas que nos permite conocer el estado en el que llega el material y también para conocer su comportamiento o resistencia después de fraguado.

5.6.2.1. PRUEBA DE REVENIMIENTO.

La prueba más común es la denominada prueba e revestimiento con la cual se mide la plasticidad del material empleado y consiste en medir el hundimiento de concreto al quitarle apoyo. Para la realización de dicha prueba se emplea un cono con las siguientes características:

Deberá tener una altura de 30 cm y una base inferior de 20 cm y una superior de 10 cm. A este cono se le conoce como el cono de Abrams. El procedimiento para la realización de la prueba es el siguiente:



Se deberá contar con una superficie totalmente plana y nivelada (regularmente una placa cuadrada de acero de 40 cm.) y se coloca e cono sobre la misma. A continuación, se inicia con el relleno de cono, con el concreto al cual se dese conocer su plasticidad, dicho relleno se hace en tres etapas; vertiendo el primer tercio y con una varilla lisa de 5/8" se pica un 25 veces para apisonar el material repitiendo el proceso con las siguientes dos capas, dejando el material perfectamente a ras del cono. Una vez concluido el proceso anterior, se procede a retirar e cono de forma cuidadosa, una es hecho esto el material tiende a deformarse por la falta de apoyo del cono y la diferencia en altura entre el cono y el nivel más alto del material es conocido como revenimiento, entre más alta sea a diferencia

entre ambos se puede decir que será con concreto más fluido y entre menos sea a deformación obedecerá a un concreto poco maleable que quizá provocará obstrucciones en la tubería de las bombas.



PRUEBA DE REVENIMIENTO



MEDICION DE REVENIMIENTO EN OBRA

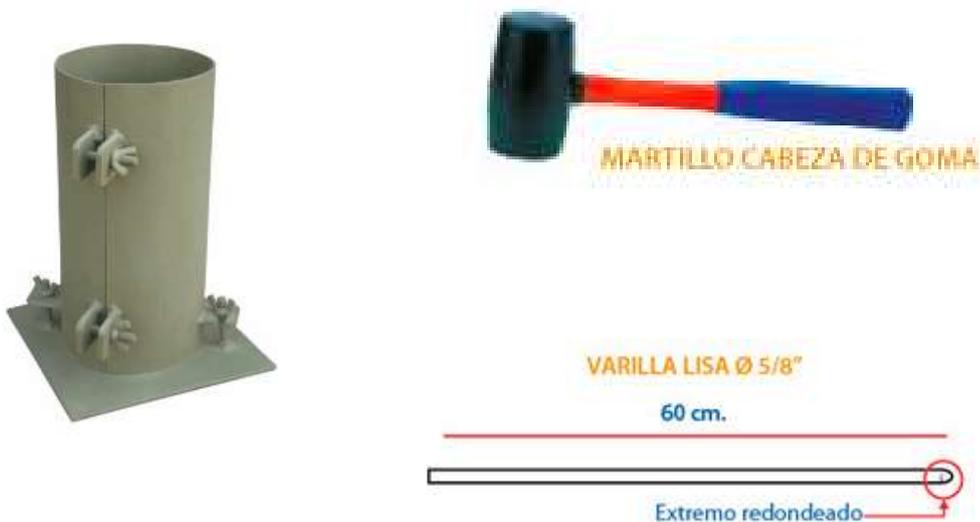
Regularmente los rangos normales para un material de buenas características, oscilan entre ± 2 cm, pero esto dependerá de las especificaciones que contemple el calculista.

5.6.2.2. ESPECÍMENES DE CONCRETO.

Como se ha mencionado anteriormente otra de las pruebas más comunes que se realiza al concreto es la obtención de especímenes de concreto, mismos que se obtienen con la finalidad de ir monitoreando y conocer la resistencia a la compresión, a diferentes edades del concreto, además de quedar como evidencia de la buena calidad del material empleado en la

realización de un colado. Dicha prueba debe someterse al procedimiento de la norma oficial mexicana **NMX-C-083-1997-ONNCCE**.

Para la prueba es necesario contar con moldes cilíndricos de acero o bien de PVC y deberán cumplir la relación altura diámetro 2:1 las dimensiones utilizadas en México para concreto de una resistencia menor a 500 kg/cm³ es de 30x15 cm, una varilla lisa de 5/8" con la punta redondeada, un mazo de goma de entre .60 y .80 kg de peso y un recipiente para obtener una muestra integra del material, generalmente se opta por una carretilla de obra.



Las muestras se obtienen llenando el molde hasta un tercio y picando con la varilla 25 veces por cada capa.

Una vez fraguados los especímenes, deberán someterse al proceso de curado, mismo que por lo regular se realiza en pilas llenas de agua y se dejan ahí hasta que se desee realizar la prueba.



MOLDES PARA ESPECÍMENES DE CONCRETO

Para la realización de la prueba en primer lugar se determina la altura y diámetro del espécimen y se registran en el formato UNI-FO-CO-09 “*Reporte interno de ensayo a compresión de cilindros de concreto*”. De igual forma se determina la masa del espécimen haciendo uso de una báscula y son registrados los datos en el formato antes mencionado.

5.6.3. TIEMPOS DE EJECUCIÓN.

Otro factor de suma importancia es el de los tiempos de ejecución como ya antes se ha mencionado un vaciado muy lento del concreto puede generar problemas, como la aparición de juntas frías, por tal motivo se debe procurar tener bien sincronizados los tiempos de suministro y tener el personal suficiente para la extensión del material, así como su correcto vibrado. Lo anterior no quiere decir que se tenga que hacer un vaciado de concreto rápido ya que de ser así y dependiendo de la obra; pudieran dejarse oquedades mismas que al igual que las juntas frías, representan un problema.

No hay un tiempo establecido en el cual se deba verter cierta cantidad de concreto al momento de colar, pero en base a la experiencia se puede decir

que una olla de concreto con 7.5 m³ puede ser perfectamente vaciada y bien vibrada en alrededor de 20 min, todo esto con una fuerza de trabajo de 4 hombres, sin contar al operador de bomba y ayudante, recalcando nuevamente que no existe un tiempo exacto ya que este variará dependiendo de las condiciones de accesibilidad, tipo de elemento estructural o bien altura de ejecución.



COLADO DE LOSA DE COMPRESIÓN



COLADO DE DADOS PARA DESPLANTE DE COLUMNAS

5.6.4. JUNTAS CONSTRUCTIVAS.

En primer lugar, podemos definir una junta constructiva como la fracturas o ranuras planeadas con la intención de permitir la movilidad del concreto y evitar el agrietamiento al azar. Dicho agrietamiento puede debilitar la estructura o bien echar a perder su apariencia.

Existen dos tipos de juntas, aquellas que se realizan antes del vaciado como los son las juntas de construcción y las juntas de aislamiento. Por otra parte, también contamos con las que son post colado, como lo son las juntas de control.

Juntas de control.

Para este tipo de juntas una vez colado el elemento se debe ranurar de $1/4$ a $1/3$ de la profundidad de la losa; lo anterior con el fin de insertar una junta

moldeada húmeda. Estas juntas también pueden realizarse mientras el concreto empieza a fraguar y así realizarlas de forma un poco más sencilla ya que el concreto aun no alcanza su máxima resistencia.

Una vez realizadas pueden ser rellenadas con un rellenedor flexible esto con la intención de seguir permitiendo el movimiento, pero evitando así, el alojamiento de basura, piedras o cualquier otro residuo de material que impida el libre movimiento de la pieza.

El número de juntas de control en elementos de concreto no reforzado, deberán realizarse de forma ortogonal y estarán localizadas en un espaciamiento con una relación de ancho a profundidad de entre 20 a 1. Por ejemplo, una losa de 10 cm de espesor deberá tener juntas a cada 2 m.

En el caso del concreto no reforzado siempre estarán determinadas por el calculista de la estructura y el espaciamiento de las mismas será determinado en base al área de acero. Cabe mencionar que, a mayor área de acero, se requerirán menos juntas de control.

Juntas de aislamiento.

Sirven para separar totalmente un elemento de concreto de otro; o bien, de un objeto fijo como un muro o columna para que pueda moverse sin afectar a otro. El espacio que se deja entre un elemento y otro suele ser rellenado con algún material flexible tal como corcho, hule espuma o bien cartón asfaltado.

Juntas de construcción.

En un lugar donde el colado de losa no se realiza en su totalidad, sino temporalmente suelen realizarse este tipo de juntas. Para la realización de

estas suelen cimbrarse secciones que por lo regular acaban en escuadra y el refuerzo corre de forma continua a través de ella.



CORTE EN LOSA PARA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN

En losas, también se realizan interrupciones de concreto en un ángulo de 45° con la finalidad de recibir el concreto nuevo en la parte superior y tener una mayor área de contacto entre el concreto viejo y el nuevo.

Para la reanudación del colado, es necesario limpiar la superficie con el fin de eliminar cualquier residuo de polvo o basura, también se deberá humedecer con abundante agua el concreto que ya ha fraguado y se recomienda aplicar un adhesivo con la finalidad de asegurarse sea bien adherida la nueva capa de concreto.

5.7. SUPERVISIÓN DESPUÉS DEL COLADO.

5.7.1. VERIFICACIÓN DE ACABADOS.

En ciertas ocasiones el colado de elementos estructurales no solo se abstiene de ser un vaciado de concreto, sino que este forma parte del acabado final del elemento. Por lo tanto, hay que estar bien seguro de revisar las especificaciones dadas por el proyectista puesto que se suelen dar acabados aparentes, estampados, pulidos en fresco o bien tarrajeados.



ACABADO PULIDO EN LOSA DE COMPRESION

La importancia de esto radica en que algunos de estos acabados deberán ser ejecutados poco tiempo después del vaciado o bien durante como lo es el tarrajado.



ACABADO ESTRIADO EN RAMPA DE ESTACIONAMIENTO

5.7.2. RETIRO ORDENADO DE EQUIPO Y PERSONAL.

Como se ha hecho hincapié en este documento el orden y la limpieza en obra son de vital importancia para mantener la seguridad en obra.

Por lo regular en casi todas las obras y en mayor proporción en obras pequeñas no se tiene control al momento de finalizar el colado. Se suele observar muy a menudo que el personal empieza a abandonar el área de trabajo de forma desordenada, en ocasiones empujándose o jugando, aun con lo extraño que suena esto para ser gente mayor de edad. En ciertas ocasiones se deja tirado todo el material o equipo utilizado, objetos que pueden llegar a ser factor posteriormente en accidentes. Por lo tanto, control debe contemplar no solo el retiro ordenado del personal, sino el pase de lista o verificación de que todo el personal la abandona en buenas condiciones físicas y de que para el retiro de equipo o maquinaria solo se encuentre en la zona de trabajo solo el personal indispensable para llevar a cabo dicha tarea; dejando limpia y ordenada el área de trabajo y así no solo tener

áreas menos propensas a accidentes, sino también haciendo eficiente los tiempos de trabajo, puesto que al otro día, no habrá que perder tiempo ordenando o limpiando el equipo.

5.7.3. CURADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

El curado de elementos representa quizá uno de los vicios más comunes en la industria de la construcción.

Antes que nada, definiremos curado a la acción de no dejar que el concreto pierda humedad de forma abrupta o rápidamente ya que, al mantenerlo húmedo, suele tenerse una mayor adherencia entre la pasta de cemento con los agregados, con todo esto manteniendo la resistencia para la cual fue concebido.

El curado debe realizarse inmediatamente después de colar mientras el acabado ya lo permita sin deformarlo y la forma más básica y común de hacerlo es rociando una pequeña capa de agua sobre este, este se efectúa de acuerdo a las condiciones climáticas, por lo regular en zonas cálidas que se encuentran por encima de los 30° se deberá tener más cuidado ya que la pérdida de humedad suele ser más rápida y las veces que este deba realizarse será en base al seguimiento que se le dé a este, no solo una vez por la mañana y por la tarde como comúnmente se realiza, sino conforme se requiera.

Existen métodos alternativos para el curado como lo pueden ser humedecer el elemento y cubrirlo con plástico, esto mantendrá el concreto húmedo por más tiempo. Adicionalmente en el mercado existen varios compuestos para el curado, estos compuestos se suelen aplicar por medio de aspersión o bien con brocha, el único problema es que algunos de estos suelen dificultar la adherencia de pinturas o de adhesivos para pisos por lo que hay que revisar de forma adecuada las especificaciones técnicas de los productos a utilizar. De la misma forma existen retardadores de evaporación, mismo que se utiliza en condiciones de mucho viento, aire seco o aire caliente, ya que estos factores hacen que la superficie

expuesta se deshidrate rápidamente. En cuanto al tiempo de curado, se considera un mínimo de tres días seguidos, pero como anteriormente se mencionó, eso variara dependiendo de las condiciones climáticas. Mientras más tiempo de lleve a cabo esta actividad mejor resultados en cuanto a resistencia serán obtenidos.

5.7.4. SEGUIMIENTO DE RESISTENCIA DE ESPECÍMENES.

El seguimiento a los resultados arrojados por dichos especímenes suele ser muy importante en algunas ocasiones ya que de esto depende no solo, tener la tranquilidad que el concreto empleado cumple con las especificaciones técnicas para las que fue concebido, sino que de esto depende, como lo puede ser la utilización temprana del área para la ejecución de trabajos posteriores como el montaje de estructura, traslado de materiales o bien almacenamiento de estos.

6.- CONCLUSIÓN.

Sin duda alguna son varios factores que intervienen para la realización de un colado en obra. Tomando en cuenta todos los aspectos mostrados anteriormente, presento una propuesta de metodología, la cual nos muestra paso a paso de los procedimientos a seguir para la planeación y ejecución de dicha actividad, misma propuesta que está sustentada en la experiencia que he adquirido a lo largo de algunos años.

1. Metodología de planeación para un colado en obra.

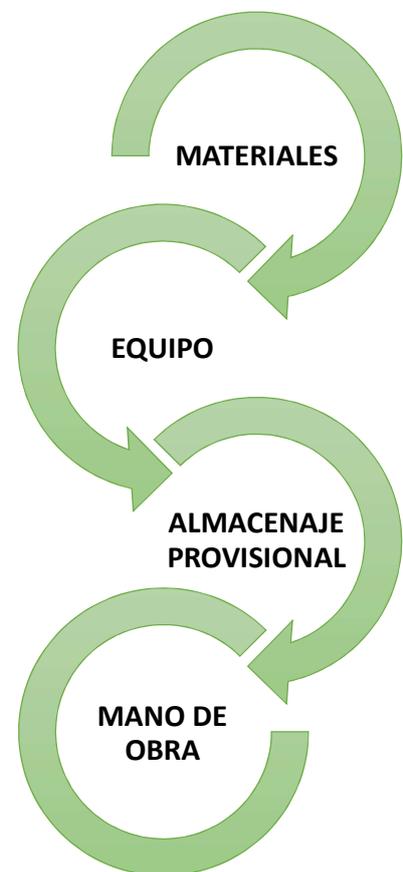
✓ SELECCIÓN DEL TIPO DE CONCRETO

- I. Como primer paso, es de vital importancia identificar el tipo de elemento o elementos estructurales presentes en nuestra obra, esto con la finalidad de ir descartando opciones en cuanto a equipo o tipo de concreto desde un inicio.

- II. Conocer a detalle las especificaciones técnicas del concreto marcadas en el proyecto estructural. Esto al igual que en el paso anterior nos ayuda a descartar o decantarnos por un tipo de concreto (premezclado o hecho en obra)



- III. La cuantificación teórica también es un parámetro importante ya que el volumen a emplear es el factor más determinante a la hora de decantarse por un tipo de concreto u otro.
- ✓ **DISPONIBILIDAD Y LOGÍSTICA (CONCRETO HECHO EN OBRA)**
- I. Verificación de disponibilidad y calidad de materiales. Es muy importante verificar que los materiales sean provenientes de bancos certificados ya que estos cuentan con pruebas de laboratorio para verificar sus especificaciones técnicas, lo cual nos brinda una mayor seguridad en cuanto a sus calidad y procedencia legal.
 - II. Verificación de disponibilidad de equipo tal como revolvedoras, vibradores, reflectores, etc. Muchas veces se da por hecho que cuenta los arrendadores de equipo cuentan con lo necesario para la realización del colado y en ocasiones no suele ser así.
 - III. Previamente a la llegada de materiales y equipo, es necesario reservar y habilitar el espacio necesario para la

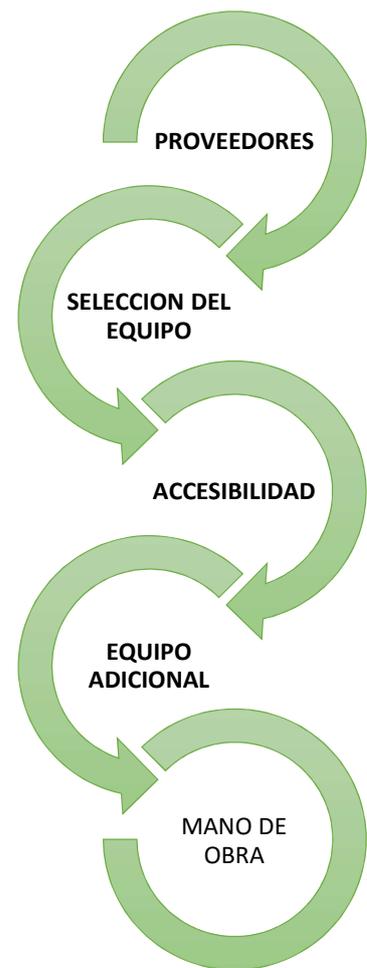


descarga de los mismos, en áreas cercanas a la zona de colado y planificarlas de tal forma que no entorpezcan las actividades previas ni en el momento de ejecutar el colado.

- IV. Estar seguro que la fuerza de trabajo en obra es suficiente y competente para la ejecución del colado. En ocasiones será necesario subcontratar personal.

DISPONIBILIDAD Y LOGÍSTICA (CONCRETO PREMEZCLADO)

- I. Investigación de proveedores. Se realiza con la intención de comparar no solo precio, sino la cercanía de las plantas, capacidad de suministro, así como verificar cuenten con toda la documentación necesaria para garantizar la calidad del concreto. De igual forma que cuenten con una amplia variedad de aditivos por si llegaran a ser requeridos.
- II. Selección del tipo de bomba o equipo a emplear para el vaciado de concreto. Esto se hace en base a las condiciones de altura, espacios o volumen del elemento estructural a colar.
- III. Verificación de accesibilidad al área de colado. Se habilitan o despejan accesos y plataformas para alojar bombas de concreto o bien para la



descarga del material directo del camión revolvedora. Así como accesos para servicios de emergencia.

- IV. Arrendamiento de equipo adicional. Se realiza la cotización y verificación de disponibilidad de equipo adicional para el colado, como lo son, vibradores y reflectores.
- V. Mano de obra calificada. Verificar si se cuenta con mano de obra calificada o de ser necesario se subcontrata personal con experiencia.

2. Metodología de supervisión previa a un colado en obra.

- I. Revisión de planos. En ocasiones los proyectos se ejecutan con versiones preliminares y a medida que se desarrollan, así como en base a las complicaciones que van surgiendo en obra; son sometidos a revisiones y se van haciendo adecuaciones en base a lo comentado anteriormente. De ahí la importancia de hacer una revisión y estar seguros de trabajar con las últimas versiones de los mismos.
- II. Verificación de armados. Mediante una inspección física se lleva a cabo esta verificación. En algunos casos se suele estar mal el espaciado de estribos, hacen falta amarres o los carpinteros suelen jalar sus cimbras del acero de refuerzo y pudieran llegar a alterar el espaciado, mover la posición de anclas o algunos otros elementos embebidos en los armados.



- III. Verificación de ingenierías. En obras grandes suelen existir proyectos de ingenierías como aire acondicionado, sanitarios o bien hidráulicos que requieren pasos o instalación de tubería, misma que en ocasiones queda oculta bajo el concreto. Se deberá verificar que todos estos elementos se encuentren ya en el sitio y estén bien ensamblados, así como ejecutados de acuerdo a los últimos planos.
- IV. Verificación del estado de cimbras. Se realiza una inspección visual a los materiales empleados en cimbras, se verifica que el material este en buenas condiciones; sin presentar roturas y protuberancias y bien sin presentar separaciones o perforaciones por las cuales pudiera fugarse el concreto al momento de colar. De igual forma deberá ser revisado que el material para cimbra esté debidamente impregnado de una capa de desmoldante o lubricante. También deben ser inspeccionado el estado refuerzos como madrinas o puntales.
- V. Verificación de recubrimientos. Se deberá revisar que las cimbras permitan dejar los recubrimientos mínimos indicados en planos, así como pasos hombre, o de instalaciones en caso de ser necesario.
- VI. Verificación de dimensiones. Se tomarán medidas de los encofrados con el fin de verificar que las cantidades calculadas previamente se apeguen a las dimensiones en situ.

3. Metodología de supervisión durante un colado en obra.

- I. Verificación de equipo de seguridad personal. Deberá ser inspeccionado el personal que intervendrá en el colado. Dicho personal deberá hacer uso obligatorio de caso, botas de trabajo, chaleco reflejante, guantes y gafas de seguridad como mínimo. Si el colado se ejecuta en altura, deberán contar además del equipo mencionado anteriormente con un arnés y línea de vida.
- II. Verificación accesibilidad. Deberá ser revisado que los accesos a la zona de colado no se encuentren obstruidos y que se encuentren debidamente acordonados para evitar el tránsito de personas o vehículos ajenos a al colado. Así mismo se deberán verificar que todas las áreas se encuentren iluminadas de forma correcta.
- III. Verificación del buen funcionamiento maquinaria ligera o equipo adicional. Deberá hacerse una inspección de todo el equipo arrendado o propio como puede ser vibradores, revolvedoras, o bien reflectores todo esto para garantizar que el concreto pueda ser debidamente vaciado. En lo posible



se recomienda tener un repuesto de vibrador por si este llegara a fallar.

- IV. Verificar humedad. Otro aspecto importante es cerciorarse que la cimbra y plantilla estén humedecidas, con el único propósito de evitar la pérdida de agua del concreto y se presenten problemas al momento del fraguado.
- V. Verificación laboratorio. Estar pendientes en todo momento que sean realizadas las pruebas de revenimiento y la obtención de especímenes para ensayarlos y monitorear la resistencia el concreto a determinado tiempo.
- VI. Verificación Vibrado. Uno de los trabajos más importantes a la hora de colar es la del vibrado ya que de este depende en gran medida la resistencia final a la compresión del elemento estructural. Un buen vibrado nos permite obtener elementos estructurales sólidos.
- VII. Comprobar en todo momento la seguridad del personal. Comprobar que el personal permanezca en todo momento con el equipo de seguridad puesto y ejecutando el trabajo de forma segura.
- VIII. Verificación de aditivos. Si fuera el caso, verificar que las juntas de concreto estén debidamente tratadas con aditivos que aseguren la adherencia.
- IX. Verificación de acabado. Dependiendo del tipo de elemento a colar se deberá estar atento a que se dé el acabo correcto a la pieza colada en tiempo y de forma correcta.
- X. Verificación del curado. Es de suma importancia una vez concluidos los trabajos de vaciado de concreto dar el seguimiento oportuno al curado. Dicho curado tendrá que realizarse por lo menos 3 días seguidos humedeciendo los elementos colados las veces que sean necesarias,

todas estas estando ligadas directamente a las condiciones climáticas del lugar de ejecución.

Esta metodología propuesta es solo una muestra de los aspectos esenciales que deben ser tomados en cuenta a la hora de ejecutar esta actividad, pero como se ha venido mencionando, existirán variaciones dependiendo de las circunstancias y el tipo de obra. Cabe mencionar que de todo esto que se acaba de plantear, existe un aspecto que se antepone a todo lo demás y es la seguridad. La intención de esta metodología es tratar de dejar la menor cantidad de cabos sueltos o imprevistos con el único afán de llevar a cabo dicha actividad sin contratiempos, pero sobre todo salvaguardando la integridad no solo de los trabajadores, sino también de los futuros usuarios de los inmuebles o edificaciones que se construyen en el país.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- 1. BIDECO (2009) TABLAS DE PROPORCIÓN DE MEZCLAS PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO. 13 FEBRERO 2016. URL: <http://www.bideco.com.mx/tecnico/mezclas/concreto.html>**
- 2. NORMA OFICIAL MEXICANA (2011) NOM-031-STPS-2011, CONSTRUCCIÓN-CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. DIARIO OFICIAL. MIÉRCOLES 4 MAYO 2011.**
- 3. MANUAL DEL CONSTRUCTOR (1977) CEMEX. 22 ABRIL 2016.URL: CEMEXMEXICO.COM/FILES**
- 4. MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE CONCRETOS (2012). UNIVESIDAD AUTONOMA DE CHICHUAHUA. FACULTAD DE INGENIERIA. ING. ABRAHAM POLANCO RODRIGUEZ. URL: FING.UACH.MX/LICENCIATURAS/20120126.**
- 5. CONCEPTOS BASICOS DEL CONCRETO (2005) CURADO DEL CONCRETO.MICYC. 10 ABRIL 2016. URL: WWW.IMCYC.COM/CYT/MARZO05/CONCEPTOS.PDF**
- 6. CONCEPTOS BASICOS DEL CONCRETO (2005) JUNTAS EN EL CONCRETO.MICYC. 12 ABRIL 2016. URL: WWW.IMCYC.COM/CYT/ABRIL05/CONCEPTOS.PDF**