



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ACATLAN**

**ANALISIS COMPARATIVO DE CUATRO PROCEDIMIENTOS  
EN LA COLOCACION DEL CONCRETO A DIFERENTES  
ALTURAS**

# **Tesis Profesional**

**Que para obtener el Título de  
INGENIERO CIVIL**

**p r e s e n t a**

**JORGE ALBERTO TORRES VELAZQUEZ**

**México, D. F.**

**Agosto 1984**



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 esta 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.

# I N D I C E

CAP.	PAG.
PROLOGO .....	1
INTRODUCCION .....	3
I. ANTECEDENTES	
Control, Manejo y Almacenamiento de Materiales .....	4
Medición y Mezclado .....	13
Transporte del Concreto .....	33
Colocación del Concreto .....	41
Consideraciones Generales de la mano de obra.	56
II. COLOCACION DEL CONCRETO EN LA FORMA TRADICIONAL (PEONES - BOTE)	
Control de Mano de Obra y Formación de Cuadrillas .....	65
Análisis de Precios y Rendimiento a Diferentes alturas .....	77
III. COLOCACION DEL CONCRETO POR MEDIO DE MALACATE.	
Tipos de Malacates .....	78
Accesorios para su funcionamiento .....	80
Análisis de Precios y Rendimientos a Diferentes alturas.....	81

CAP.	PAG.
<b>IV. COLOCACION DEL CONCRETO POR MEDIO DE BOMBAS.</b>	
Historia y Descripción de las Bombas.....	82
Tipo de Bombas .....	85
Tubería y Accesorios .....	91
Proporcionamiento del concreto bombeable .....	99
Análisis de Precios y Rendimiento a Diferen- tes alturas .....	130
<b>V. COLOCACION DEL CONCRETO POR MEDIO DE GRUA TORRE.</b>	
Tipo de Grúas Torre .....	131
Montaje y Accesorios de las Grúas Torre .....	139
Análisis de Precios y Rendimientos a Diferen- tes alturas .....	204
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>205</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>208</b>

## P R O L O G O

Los sistemas de colocación del concreto, se han visto influidos obviamente, por el desarrollo de la técnica del concreto mismo. Esto significa, que la preocupación de resolver los problemas de colocación han llevado algunas veces a modificar los equipos y otras veces a corregir las mezclas mismas.

Teniendo en cuenta la necesidad, de que el Ingeniero Civil conozca los diferentes métodos de la colocación del concreto y para que pueda decidir cual es el mejor para una determinada obra, es decir, que debe tener en cuenta todos los problemas que se puedan presentar a la hora de colocar el concreto y hacer un estudio minucioso de que método es el más recomendable en una obra determinada.

Es por eso necesario que el ingeniero tenga conocimientos que le permitan hacer los ajustes correspondientes y así eliminar o controlar los errores que por este concepto se pudieran originar.

El Ingeniero Civil tiene una responsabilidad muy grande, ya que tiene que llevar a cabo una obra en el menor tiempo, con el menor costo y con una calidad buena, es decir una obra óptima.

Una de estas responsabilidades es como se va a colocar el concreto, tomando en cuenta las características de la obra. Dentro de estas características debemos de considerar: La economía, las dimensiones de la obra y el tiempo.

Este trabajo tiene el propósito de que el ingeniero conozca cuales son las dificultades y diferencias de los costos -- que pueden existir en la colocación del concreto a diferentes alturas, así como dar a conocer los procedimientos constructivos -- para cada uno de los problemas a que se enfrenten las compañías constructoras.

Después del estudio se requiere la práctica y el juicio o ingenio, en el sentido de la facultad del hombre para discernir o aplicar debidamente la inteligencia para salir de una dificultad.

## I N T R O D U C C I O N

La forma en que se desarrollará este trabajo será de cinco capítulos, el primero consiste en antecedentes y generalidades del concreto, es decir su medición, mezclado, almacenamiento, transporte, su colocación y algunas consideraciones de la mano de obra.

Los cuatro capítulos restantes analizarán cuatro métodos para la colocación del concreto que son: Método tradicional (peones - bote), por medio de malacate, concreto bombeado y por medio de la grúa torre, así como la descripción de aparatos y accesorios empleados en la colocación.

Se divide de esta manera para dar un enfoque práctico para cada método, y facilitar la comprensión de los usos y también para facilitar la elaboración de este trabajo.

Para finalizar y dar a conocer los puntos más importantes se incluye una sección de conclusiones.

CAPITULO PRIMERO

A N T E C E D E N T E S

- CONTROL, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES -

a). Agregados

Los agregados fino y grueso, al descargarse en la tolva dosificadora por peso, deben ser de buena calidad, uniformes en granulometría y contenido de humedad. La producción de un concreto uniforme sería difícil si no se siguen las especificaciones relativas a la selección, preparación y manejo adecuado de los agregados.

a.1.) Agregado Grueso

La segregación en un agregado grueso se reduce prácticamente al mínimo, mediante la separación del material en fracciones por separado de varios tamaños y la dosificación de estas -- fracciones por separado. A medida que la variedad de tamaños de cada fracción disminuye y el número de separaciones por tamaño -- aumenta, la segregación disminuye aun más. El control eficaz de segregación y de materiales de menor tamaño que lo normal se logra adecuadamente cuando la proporción de medidas máximas a mínimas en cada fracción se mantiene a no más de cuatro, para agregados menores de 25.4 mm (1 pulg) de diámetro, y de dos, para los tamaños mayores.

Los análisis de mallas del agregado grueso deben prac

riticarse con frecuencia, para asegurarse que cumple con los requisitos de granulometría. Cuando se emplean dos o más tamaños de agregado deben hacerse cambios en las proporciones de los tamaños las veces que sea necesario, para mejorar la granulometría total del agregado combinado. En casos en que los límites especificados de granulometría no puedan lograrse convenientemente, deben seguirse métodos de manejo especial. Los materiales de tamaño menor en las fracciones de agregados menores pueden reducirse efectivamente hasta en un dos por ciento, mediante un recribado inmediatamente antes del almacenamiento en las tolvas de la planta de sofisticación.

#### a.2.) Agregado fino (arena)

El agregado fino debe controlarse para reducir al mínimo las variaciones en la granulometría, manteniendo uniformes las fracciones más finas y teniendo cuidado de evitar la excesiva eliminación de los finos durante el proceso.

Si la relación de agregado fino a grueso se ajusta a las recomendaciones ACI para el proporcionamiento de mezclas, puede utilizarse una amplia gama de granulometría de agregados finos. Sin embargo, las variaciones en granulometría durante la producción de concreto deben ser reducidas al mínimo y ésta

debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM C33, de tal forma que el módulo de finura del agregado fino se mantenga entre el valor de diseño 0.20.

La cantidad y naturaleza del material más fino que la malla número 200 ha de recibir atención especial. Como se reconoce en la norma ASTM C33, si este material es polvo de piedra o fluorita esencialmente libre de arcilla, exquisito y de partículas suaves o livianas, se permiten porcentajes mayores de -- partículas más finas que la malla número 200. Sin embargo, si se tiene lo contrario, las cantidades permisibles tienen que reducirse significativamente. La prueba californiana de equivalentes de arena se usa frecuentemente para determinar cuantitativamente el tipo, cantidad y actividad de este material fino. Las cantidades excesivas de finos menores que la malla número 200 aumentan el requerimiento de agua de mezclado, la velocidad de pérdida por revenimiento, la contracción por secado y reducen la resistencia.

No se debe tratar de combinar dos tamaños de agregados finos alternando su colocación en depósitos o al cargar carros o camiones. Los resultados satisfactorios se obtienen -- cuando fracciones de diferentes tamaños se combinan al fluir en una corriente desde compuertas o alimentadores regulados. Sin embargo, el método más positivo de control para una amplia gama

de condiciones de planta y trabajo consiste en el almacenamiento, manejo y dosificación por separado de las fracciones gruesas y finas.

a.3.) Almacenamiento.

El almacenaje en montones de agregados debe mantenerse al mínimo, pues aun bajo condiciones ideales los finos tienden a acumularse. Sin embargo, cuando es necesario almacenar en montones, el uso de métodos incorrectos acentúa problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado y una excesiva variación de la granulometría. Los montones deben construirse en capas horizontales o suavemente inclinadas, no por volteo. Sobre los montones no deben operarse camiones, bulldozers y otros vehículos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo dejan tierra sobre los depósitos. Debe tenerse una base dura para evitar la contaminación del material con el fondo, y el traslape de los diferentes tamaños debe evitarse mediante muros apropiados o amplios espacios entre los montones. No debe permitirse que el viento separe los agregados finos secos, y los depósitos no deben contaminarse oscilando cucharones o cangilones sobre los diferentes tamaños de agregados almacenados en montones.

Las tolvas de agregados deben mantenerse tan llenas -

como sea practico, para reducir al mínimo el resquebrajamiento y los cambios de granulometría al extraer los materiales. Los materiales deben depositarse verticalmente en las tolvas y directamente sobre el orificio de salida.

a.4.) Control de humedad.

Hay que hacer un esfuerzo para asegurar un contenido de humedad estable en el agregado cuando sea dosificado. El uso de agregados que tienen cantidades variables de agua libre, es una de las causas más frecuentes de la pérdida de control de la consistencia del concreto ( revenimiento ). En algunos casos puede ser necesario mojar el agregado grueso en los montones de almacenamiento o en las bandas transportadoras, para compensar el alto grado de absorción, o suministrar enfriamiento. En estos casos los agregados deben pasarse sobre cribas secadoras apropiadas, para impedir que el exceso de agua libre vaya a las tolvas.

Debe darse tiempo suficiente para el drenaje del agua libre del agregado fino, antes de trasladarlo a las tolvas de la planta de dosificación. El tiempo de almacenaje que se necesita depende sobre todo de la granulometría y forma de las partículas del agregado. La experiencia ha demostrado que un contenido de humedad libre hasta del seis por ciento, y de vez en cuan-

do hasta el ocho por ciento, se mantendrá estable en el agregado fino. Sin embargo algunas empresas que se dedican a la colocación del concreto a gran escala exigen que la variación de humedad en el agregado fino no sea mayor del 2% en ocho horas, o del 0.5% en una hora.

La insistencia en un contenido de humedad estable en el agregado, el uso de medidores de humedad para indicar variaciones en la humedad del agregado fino al dosificarlo, y el uso de compensadores de humedad para el rápido ajuste de peso en la dosificación, pueden reducir al mínimo la influencia de la variación de humedad en el agregado fino.

a.5.) Muestras para pruebas.

Las muestras representativas de los diferentes tamaños de agregado que se dosifican deben tomarse lo más cerca posible del punto de su mezcla con el concreto. La dificultad en conseguir muestras representativas aumenta de acuerdo con el tamaño del agregado. Por lo tanto, los aparatos de muestreo que se utilizan requieren un cuidadoso diseño si han de obtenerse resultados de pruebas significativas.

Es buena práctica mantener un promedio registrado de 5 a 10 pruebas de granulometrías anteriores, eliminando los resul-

tados de las más antiguas y agregando las más recientes al total sobre el cual se calcula el promedio. Esta granulometría promedio puede emplearse tanto para el control de calidad como para dosificar la mezcla.

b.) Almacenamiento del cemento.

Todo el cemento debe almacenarse en estructuras protegidas contra la intemperie, apropiadamente ventiladas, para impedir la absorción de humedad.

Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel deben incluir compartimientos separados para cada tipo de cemento que se utiliza. El interior de un silo de cemento debe ser liso con una inclinación mínima de 50 grados con respecto a la horizontal en el fondo, para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular. Los silos que no sean de construcción circular deben estar provistos de cojines de deslizamiento que no se atasquen, por los cuales se pueden introducir a intervalos pequeñas cantidades de aire a baja presión de hasta 5 psi (aproximadamente  $0.2$  a  $0.4$  kgf.  $\text{cm}^2$ ) para soltar el cemento que se haya compactado en los silos. Se ha de tener cuidado de emplear cantidades mínimas de aire, puesto que en algunas áreas de clima seco el empleo de aire ha dado al cemento características anormales de fraguado. Los silos de almacenamien

to deben ser vaciados con frecuencia, preferentemente una vez -- por mes, para impedir la formación de costras de cemento.

Cada compartimiento del silo desde el cual se dosifica el cemento debe tener su propia entrada de tornillo sinfín, deslizador de aire, alimentador rotatorio u otra condición que combine eficazmente las características de flujo constante con corte preciso, para lograr un exacto pesado automático del cemento.

Debe tenerse cuidado de evitar el traslado del cemento a un silo que no le corresponda, y emplear métodos eficaces para eliminar la incomodidad del polvo durante la carga y traslado.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre -- plataformas, para permitir la apropiada circulación de aire. Para un período de almacenamiento de menos de 60 días, se recomienda evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento, y períodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos. Como precaución adicional se recomienda que se utilice primero el cemento -- más viejo.

### c.) Aditivos.

Los aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tambores o tanques herméticos, protegidos de la conge-

lación. La agitación de estos materiales durante su uso debe hacerse de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante.

Con frecuencia es también conveniente licuar aditivos fabricados en forma de polvo para disolverse. Cuando esto se hace, los tambores o tanques de almacenaje. Desde los cuales se suministrarán los aditivos, deben estar provistos de equipo de agitación o mezclado, para mantener los sólidos en suspensión.

Los requisitos para el almacenaje de materiales cementantes. Las recomendaciones detalladas para el almacenaje para y manejo de aditivos las proporciona el comité 212 ACI en su informe "Guide for use of admixtures in concrete" (Guía para el uso de aditivos en concreto).

## - MEDICION Y MEZCLADO -

Durante las operaciones de medición, los agregados deben manejarse de tal manera que mantengan la granulometría deseada pesándose todos los materiales a la tolerancia requerida para mantener homogéneas las reproducciones de la mezcla de concreto escogida. Además del peso exacto otro objetivo importante para el éxito del mezclado es la apropiada secuencia y combinación de los ingredientes durante la carga de las mezcladoras. El objetivo final es obtener uniformidad y homogeneidad en el concreto producido, como lo indican propiedades físicas tales como: Peso unitario, revenimiento, contenido de aire, resistencia y el contenido del mortero libre de aire en las sucesivas cargas de las mismas proporciones de mezcla.

### a.) Tolerancias

La mayoría de las organizaciones de ingeniería, tanto públicas como privadas, emiten especificaciones que contienen requisitos detallados para el equipo de dosificación manual, semiautomático y automático de concreto.

El documento "concret plant standards of the concrete plant manufacturer bureau" es frecuentemente utilizado para determinar la exactitud de la báscula y la dosificación.

Utros requisitos comunmente utilizados abarcan báscu-  
las de balancin o graduaciones de escala de 0.1% de la capaci--  
dad total e intercierra de dosificación de más ó menos 0.3% de  
la capacidad total al cero de la balanza, la cantidad de aditi-  
vo pesado nunca ha de ser más pequeña que un 0.4% de la capaci-  
dad total de la báscula excedida en 3% del peso requerido. Es  
también muy importante el aislamiento del equipo de dosificación  
respecto de la vibración de la planta, la protección de los con-  
troles automáticos librándolos del polvo y temperatura, y la fre-  
cuente comprobación y limpieza de la báscula y de los puntos de  
apoyo. Con buena inspección y operación de la planta, se puede  
esperar que el equipo de dosificación se comporte consistentemen-  
te dentro de las tolerancias requeridas.

#### SILOS DE ALMACENAMIENTO Y TOLVAS PESADORAS

Los silos de la planta dosificadora tendrán el tamaño  
adecuado para alimentar eficazmente la capacidad productora de -  
la planta. Los compartimientos de los silos deben separar ade-  
cuadamente los diversos materiales del concreto, y la forma y --  
disposición de los silos para agregado se harán de tal manera --  
que prevenga la segregación y rotura del arenado. Las tolvas -  
pesadoras deben ser cargadas mediante cajones de concha de alme-  
ja o del tipo de socavación radial de fácil operación. Las com-  
puertas empleadas para cargar dosificadores semi o totalmente au

tomáticos deberán estar equipadas con motor y con un apropiado control de "goteo" que logren la exactitud deseada de peso. - Las tolvas pesadoras dispondrán del debido acceso para tener muestras representativas. o para lograr la apropiada secuencia y combinación de agregados durante la carga de la mezcladora.

### TIPO DE PLANTA

Los factores que afectan la selección del sistema apropiado la dosificación son: 1) tamaño de la obra; 2) volumen / hora requerido; y 3) normas de rendimiento que se requieren en la dosificación.

La capacidad productiva de una planta se determina por una combinación de detalles tales como: sistemas de manejo de materiales, tamaño del silo, tamaño de la tolva dosificadora y tamaño y número de la mezcladora de la planta. El equipo disponible se clasifica entre categorías generales, manual, semiautomático y totalmente automático.

### DOSIFICACION MANUAL

Como su nombre lo indica, todas las operaciones de pesado y dosificación de los ingredientes del concreto se llevan a cabo manualmente. Las plantas manuales son aceptables para trabajos pequeños que no requieren grandes volúmenes de dosifica-

ción, generalmente para trabajos hasta de  $400 \text{ m}^3$ , a razón de --  $15\text{m/hr}$  ( $5000 \text{ yd/hr}$ ), pero al incrementarse el tamaño de la obra, la automatización de las operaciones de dosificación se justifica. Los esfuerzos para aumentar la capacidad de plantas manuales mediante dosificación rápida conducen invariablemente a excesivas inexactitudes en el peso.

#### LA DOSIFICACION SEMIAUTOMATICA

En este sistema, las compuertas de las tolvas de los agregados para cargar las tolvas medidoras, se operan manualmente mediante botones o interruptores de presión. Las compuertas se cierran automáticamente cuando el peso estipulado del material ha sido pesado. Con un mantenimiento satisfactorio de la planta, la exactitud de la dosificación se mantendrá dentro de las tolerancias, el sistema tiene interruptores que impiden que la carga y descarga de la dosificación ocurra simultáneamente. En otras palabras, cuando la tolva pesadora está siendo cargada no puede ser descargada, y cuando se está descargando, no puede cargarse. Es esencial facilitar la inspección visual de la carátula de la báscula para cada material que esté siendo pesado.

#### DOSIFICACION AUTOMATICA

En este sistema la dosificación automática de todos -

los materiales se maneja eléctricamente por medio de un solo control de mando. Sin embargo, hay interruptores que cortan el ciclo de la dosificación cuando el indicador de la báscula no ha regresado a 0.3% del cero de la báscula, o cuando se exceden las tolerancias de peso predeterminadas que se detallan en la sección 3.1.2.

#### DOSIFICACION AUTOMATICA ACUMULADA

Se requieren controles de interruptores en secuencia para este tipo de dosificación. El pesado no empezará, y se interrumpirá automáticamente cuando las tolerancias predeterminadas dentro de cualquier secuencia de pesado excedan los valores que se dan en la sección 3.1.2. El ciclo de carga no empezará mientras la compuerta de descarga de la tolva dosificadora esté acierta, y el ciclo de descarga de la tolva dosificadora no empezará mientras sus compuertas de carga estén abiertas, o cuando cualesquiera de los pesos indicados para los materiales no estén dentro de las tolerancias aplicables. Los pesos prefijados deseados para las mezclas se hacen mediante dispositivos tales como tarjetas perforadas, interruptores digitales o discos rotarios. Los pesos determinados, el comienzo del ciclo de la mezcla y su descarga, se controlan manualmente. Los selectores, para el volumen de la mezcla y dosificación, los medidores de humedad del agregado fino, los compensadores de humedad del

agregado controlados manualmente y los dispositivos gráficos o digitales para registrar el peso de cada material para la mezcla, constituyen el equipo suplementario que debe exigirse para el buen control de la planta. Este tipo de sistema de dosificación proporciona mayor exactitud en la producción a alta velocidad que en el caso de los sistemas manuales o semiautomáticos.

#### DOSIFICACION INDIVIDUAL AUTOMATICA

Este sistema, provee básculas y tolvas medidoras separada para cada tamaño de agregado y para cada uno de los otros materiales que entran en la mezcla. El ciclo de pesado se inicia mediante un interruptor sencillo, y las tolvas medidoras individuales se cargan simultáneamente. Los interruptores para cortar los ciclos de pesado y de descarga cuando las tolerancias se han excedido, los selectores de la mezcla, los medidores y compensadores de humedad en el agregado y los registradores, difieren solamente en detalles de los descritos para los sistemas automáticos de dosificación acumulada.

#### MATERIALES CEMENTANTES.

#### DOSIFICACION DE MATERIALES CEMENTANTES.

Para una alta producción que requiera una dosificación

rápida y exacta, se recomienda que los cementos y puzolanas a granel se pesen con equipo automático, y no semiautomático o manual. Todas las tolvas medidoras deben estar provistas de un acceso para su inspección y estar equipadas para permitir que se tomen muestras en cualquier momento, las tolvas medidoras deben ser equipadas con dispositivos para ventilación y vibradores para ayudar a lograr una suave y completa descarga del material.

Deben utilizarse las mismas tolerancias para la escala en "cero", y por pesado, descritas en la sección 3.1.2. El cemento o puzolana en sacos, empleado en trabajos pequeños, dosificado manualmente, debe medirse en unidades no menores que un saco, a menos que las fracciones de saco sean pesadas.

#### DESCARGA DE MATERIALES CEMENTANTES.

Deben tomarse precauciones eficaces para evitar pérdidas de los materiales cementantes al cargar la mezcladora, debe permitirse la caída libre del cemento de las tolvas dosificadoras. En plantas de paradas múltiples, las pérdidas deben minimizarse descargando el cemento a través de una manguera estrecha. En planta de parada única, el cemento puede cargarse con buen resultado junto con el agregado, a través de conductos te-

lescópicos de hule para mezcladoras de planta, debe emplearse un tubo cerca del centro de la mezcladora, después de que el agua y los agregados hayan empezado a entrar en ella. Se contribuirá de manera notable a mantener la uniformidad entre mezcla y mezcla, ordenando y combinando los diversos ingredientes dentro de la mezcladora durante la operación de carga.

#### MEDICION DEL AGUA

#### EQUIPO DE DOSIFICACION

En las obras grandes y en plantas centrales de dosificación y mezclado, donde se requiera una producción alta, sólo puede conseguirse una medición de agua exacta mediante las tolvas pesadoras automáticas o medidores. El equipo y los métodos que se empleen deben ser capaces, bajo todas las condiciones de operación, de lograr una medición rutinaria exacta dentro de la tolerancia de uno por ciento especificada en la Sección 3 1.2. Se pueden permitir tanques o cilindros verticales con descarga de sifón central, como una parte auxiliar del pesado, pero no deben emplearse como medio directo de medición. El equipo para la dosificación de agua en camión revolvedor debe inyectar el agua bajo presión dentro del tambor, donde se distribuirá bien en la revoltura. Todo el equipo para la medición del agua debe

ser diseñado para lograr una fácil calibración, de manera que el grado de exactitud de la medición pueda comprobarse rápidamente.

#### DETERMINACION Y COMPENSACION DE LA HUMEDAD DEL AGREGADO

Además de la exacta dosificación del agua que se agrega, la medición del total exacto del agua de la mezcla, depende del saber con exactitud la cantidad y variación de humedad en el agregado (particularmente en la arena), al dosificarlo. Los medidores de humedad en la arena se emplean frecuentemente en las plantas, y cuando están debidamente calibradas y tienen mantenimiento adecuado, indican satisfactoriamente la magnitud general y los cambios en el contenido de humedad en la arena. El equipo para compensar la humedad también debe utilizarse, y, mediante un ajuste único reproporciona los pesos del agua y del agregado fino por cambios en el contenido de humedad del agregado. Los compensadores de humedad se utilizan generalmente para la arena, pero de vez en cuando se emplean también para el tamaño menor del agregado grueso. El ajuste para la humedad en los compensadores se hace manualmente mediante carátulas calibradas, botones o palancas con que están provistos. Hasta ahora, los resultados logrados por los medidores de humedad, no han sido suficientemente exactos como para garantizar su acoplamiento con

los compensadores para la operación automática. Sin embargo, su empleo individual se recomienda, y cuando se usan en conjunción con pruebas convencionales de control de humedad llevadas a cabo regularmente, pueden ser herramientas útiles para mantener un control satisfactorio del agua de mezclado calculado.

#### AGUA DEL MEZCLADO TOTAL

Mantener uniformidad en la medición del agua para el mezclado total implica, además del peso exacto del agua añadida, un control de las fuentes de agua adicionales, como son el agua para el lavado de la mezcladora, el hielo y el agua libre en -- los agregados. Una de las tolerancias especificadas (ASTM 094), para exactitud en la medición del agua de mezclado total de todas las fuentes, es de 3%. Otra recomendada por el comité, es que la variación en la relación agua/cemento no exceda de 0.02.

#### MEDICIÓN DE LOS ADITIVOS.

El empleo de aditivos en el concreto, particularmente agente inclusores de aire, es una práctica universalmente -- aceptada. La tolerancia de dosificación (Sección 3.1.2.) y la interrelación de carga y descarga descritas anteriormente para otros ingredientes de la mezcla, deben ser provistos para los --

aditivos. La dosificación y el equipo de distribución que se usa debe calibrarse fácilmente. Un requisito mínimo de comprobación cuando se emplean surtidores controlados por reloj (timer), debe ser unos tubos de inspección visual, en conjunto con la operación de dosificación.

Para información adicional sobre prácticas recomendadas para el uso y suministro de aditivos con el concreto, el lector puede referirse al informe del ACI, Comité 212, "Guide for Use of Admixtures in Concrete".

#### MEDICION DE MATERIALES PARA TRABAJOS PEQUEÑOS

En ocasiones el volumen de concreto en un trabajo es tan pequeño, 75 m<sup>3</sup> (100 yardas cúbicas) o menos, que no es práctico establecer y mantener una planta de dosificación y mezclado en el lugar de la construcción. En este caso es preferible emplear concreto premezclado o materiales dosificados en seco en la planta con mezclado en camión en el lugar del trabajo.

Si no hay concreto disponible dosificado en la planta, aun así pueden tomarse las precauciones adecuadas para medir y mezclar apropiadamente los materiales del concreto. El cemento en sacos debe ser protegido de la humedad, y los sacos incom

pletos no deben emplearse sin antes pesarlos. El dispositivo para medir el agua debe ser exacto y seguro, y no debe excederse de la capacidad de la mezcladora.

#### OTRAS CONSIDERACIONES

Además de la medición exacta de los materiales, también debe emplearse procedimientos correctos de operación si se quiere mantener la uniformidad del concreto. Se debe tener cuidado de asegurar que los materiales que se han pesado estén puestos en la secuencia apropiada, y combinados de manera que se carguen como medidas uniformes dentro de la mezcla.

Algunas de las deficiencias comunes que han de evitarse son:

- 1.- Traslape de mezclas al cargar y descargar los camiones o carros de mezclas múltiples.
- 2.- Pérdida de materiales al transferir mezclas a mezcladoras portátiles.
- 3.- Pérdida o colgamiento de una parte de una mezcla, o su inclusión con otra cuando las mezclas se trasladan por bandas o tolvas.

## MEZCLADO

Es esencial un mezclado completo para la producción de un concreto uniforme. Por lo tanto los equipos y los métodos empleados deben ser capaces de mezclar eficazmente los materiales de concreto que contengan el mayor tamaño de agregado especificado, para producir mezclas uniformes con el menor revenimiento que sea práctico para el trabajo. Las recomendaciones sobre el tamaño máximo del agregado y del revenimiento que se han de emplear para diversos tipos de construcción se dan en la norma ACI 211.1-70. Debe proveerse suficiente mezclado, así como los medios para transportarlo y colocarlo, para que exista continuidad y quede libre de juntas frías.

## DISEÑO Y MANTENIMIENTO DE LAS MEZCLADORAS

Los tipos más comunes de mezcladoras son las de tambor, de eje vertical, y las espas en espiral. Una mezcladora de tambor de diseño satisfactorio, tiene un arreglo de espas en espiral y una forma de tambor para asegurar de extremo a extremo el intercambio de materiales paralelo al eje de rotación, y un movimiento envolvente que voltea y esparce la mezcla sobre sí misma al mezclarse. En la mezcladora de eje vertical, las espas giran sobre eje verticales que operan en un recipiente fijo o giratorio que da vueltas en sentido opuesto. Con esta mezclado-

ra, la mezcla puede observarse fácilmente, y, si se necesita, se puede hacer un ajuste rápido. La mezcladora de paleta en espiral consta de un eje horizontal movido por fuerza motriz con paletas en espiral que operan dentro de un tambor horizontal. Para una descripción adicional de los diversos tipos de mezcladoras, el.

Las mezcladoras fijas deben estar equipadas con dispositivos para regular el tiempo a fin de evitar insuficiencia o exceso en el mezclado. La cantidad de mezcla no debe exceder de la capacidad nominal que el fabricante señale en el rótulo de la mezcladora. A las mezcladoras debe dárseles un mantenimiento apropiado para impedir la salida del mortero o de materiales secos, y la superficie interior de las mezcladoras deben guardarse limpias y reemplazarse las paletas gastadas. Las mezcladoras que no cumplen las normas de rendimiento deben ponerse fuera de servicio, hasta que sean reparadas para corregir su funcionamiento deficiente.

#### CARGA DE LA MEZCLADORA

La importancia de cargar tanto las mezcladoras fijas como las de camión, para obtener un efecto de premezclado, cuando la corriente fluye dentro de la mezcladora. Es preferible que el cemento se cargue junto con otros materiales, pero debe

entrar en la descarga después de que aproximadamente el 10% del agregado haya entrado en la mezcladora. Cuando sea necesario - cargar cemento en mezcladoras de camión por separado, puede ser necesario un tiempo adicional para el mezclado a fin de obtener la deseada uniformidad en la mezcla. El agua debe entrar primero en la mezcladora, y continuar fluyendo mientras los demás ingredientes se van cargando. Las tuberías para cargar el agua deben ser de diseño apropiado y de tamaño suficiente, de manera que el agua entre bien en la mezcladora y termine de introducirse dentro de un 25% inicial del tiempo de mezclado.

Los aditivos deben cargarse en la mezcladora en el mismo punto de la secuencia del mezclado, mezcla tras mezcla. - Los aditivos líquidos deben cargarse con el agua, y los aditivos en forma de polvo deben ser vertidos dentro de la mezcladora con otros ingredientes secos. Cuando se emplea más de un aditivo, - cada uno debe dosificarse por separado y no deben premezclarse - antes de entrar en la mezcladora.

#### RENDIMIENTO DE LA MEZCLADORA

Los medios para determinar el rendimiento de las mezcladoras se basan en resultados de pruebas entre dos o más muestras tomadas de diversos puntos de la mezcla, o entre muestras -

distintas tomadas en un mismo punto, y en un promedio de todas - las muestras las cuales deben arrojar una uniformidad con dife-- rencias tolerables.

Entre las muchas pruebas usadas para verificar el fun-- cionamiento de una mezcladora las siguientes son las más comunes: contenido de aire, revenimiento, peso unitario del mortero libre de aire, resistencia a la comprensión, contenido de agua en el - mortero, el contenido de cemento en el mortero seco, y el conte-- nido de agregado grueso.

Otro aspecto importante del funcionamiento de una -- mezcladora es la uniformidad entre mezclas del concreto, que, - aunque en gran parte es el resultado de la uniformidad de los - materiales y su medición, también lo es por la eficiencia de la mezcladora. Una observación visual del concreto durante el mez-- clado y la descarga de la mezcladora constituye una importante - ayuda para mantener una mezcla uniforme, sobre todo de consisten-- cia constante algunos medidores de consistencia, como los que -- trabajan en el amperaje del mecanismo de transmisión eléctrico - de las mezcladoras giratorias de tambor, también en ocasiones -- han sido útiles. Sin embargo, el método de control para mante-- ner la uniformidad entre mezclas consiste en un programa de prue-- bas regularmente planeado.

El tiempo del mezclado debe basarse en la capacidad de la mezcladora para producir un concreto uniforme en cada mezcla y mantener la misma calidad en las mezclas siguientes. Las recomendaciones del fabricante y las especificaciones usuales, - tal como un minuto por yarda cúbica más 1/4 de minuto por cada yarda cúbica adicional de capacidad, pueden utilizarse como - - guías satisfactorias para establecer el tiempo inicial del mezclado. Sin embargo los tiempos de mezclado que se determine emplear deben basarse en los resultados de las pruebas de efectividad de la mezcladora que se practiquen a intervalos regulares mientras que dura la obra. El tiempo de mezclado debe medirse a partir del momento en que todos los ingredientes estén dentro de la mezcladora. Es deseable que las plantas automáticas, y -- también las plantas manuales, se provean con indicadores audibles, empleados antes de terminarse el tiempo de mezclado prefijado. La mezcladora debe estar diseñada para ponerse en marcha y detenerse con carga completa.

#### TEMPERATURA DE LA MEZCLA

La uniformidad entre mezclas de concreto de una mezcladora particularmente en cuanto al revenimiento, requisitos de agua, y contenido de aire, también depende de la uniformidad de la temperatura del concreto. Es por lo tanto, importante que la temperatura máxima y mínima de un concreto sean controladas du--

rante todas las estaciones del año. Las recomendaciones sobre el control de temperatura del concreto estan discutidas en detalle en las normas del ACI sobre la colocación del concreto en clima cálido y en clima frio.

#### REMEZCLADO

Con tal de no excederse en la relación agua-cemento de la dosificación, pueden agregarse a la mezcla pequeñas cantidades de agua de remezclado para lograr el revenimiento deseado. Sin embargo deben prohibirse la producción de concreto de revenimiento excesivo o agregar agua (que exceda a la relación - agua-cemento de diseño), para compensar la pérdida de revenimiento como resultado de demoras en la entrega o en la colocación.

#### DESCARGA DE LA MEZCLADORA.

Las mezcladoras deben ser capaces de descargar concreto de revenimiento más bajo, como el que llegare a requerir la - construcción en que se trabaja sin segregacion. Debe también -- evitarse la segregacion en las operaciones de manejo y descarga en las tolvas de retención y los transportadores de transbordo.

## CONCRETO PREMEZCLADO

El concreto premezclado puede mezclarse en una planta central y transportarse a la obra en camiones agitadores o no agitadores, mezclarse enteramente en tránsito, o después de llegar al sitio de trabajo, o mezclarse parcialmente en una planta central y terminarse en tránsito o en la obra. Las instalaciones de concreto premezclado bien equipadas y controladas constituyen una excelente fuente de concreto de calidad. Un problema que requiere una atención especial en estas operaciones es la adición no controlada de cantidades incorrectas de agua de mezclado con la resultante reducción en la calidad del concreto. La responsabilidad de la calidad del concreto premezclado puesto en sitio se comparte entre el proveedor del concreto y el contratista colocador, quienes, mediante una estrecha cooperación, deben utilizar controles de trabajo apropiados, para evitar demoras debidas a procedimientos inadecuados de despacho, manejo, colocación o consolidación. La seguridad de que se emplean métodos apropiados de control para obtener la calidad requerida del concreto ya colocado, depende finalmente del inspector designado por el propietario.

Además de los ingredientes de la mezcla, el agua que se requiere para la apropiada consistencia (revenir) del -

concreto se afecta por factores tales como magnitud y velocidad del mezclado, la distancia del transporte, el tiempo de descarga, y las condiciones de temperatura ambiente. En clima fresco, y -- para distancias cortas y entregas rápidas, rara vez existen problemas tales como pérdida o variación en el revenimiento, requerimientos excesivos de agua de mezclado, y problemas de descarga, manejo y colocación. Sin embargo, es al revés cuando la velocidad de entrega es lenta o irregular, las distancias de transporte son largas y el clima es caluroso. Las adiciones de agua para compensar la pérdida de revenimiento no deben exceder lo que se necesite para compensar una pulgada (2.5 cm) de pérdida en el revenimiento ni debe excederse la relación máxima agua-cemento del diseño. La pérdida de trabajabilidad en clima cálido bien puede minimizarse haciendo más expedita la entrega y la colocación, controlando la temperatura de la mezcla y, cuando sea apropiado, utilizando retardantes. Cuando es factible, toda el agua de mezclado debe dosificarse en la planta central. Sin embargo, en clima caluroso es frecuentemente deseable retener parte del agua de mezclado hasta que la mezcladora llegue a la obra. Con la adición del agua que falta se requieren otras 30 revoluciones a velocidad de mezclado para incorporar adecuadamente a la mezcla el agua adicional. Cuando las pérdidas de revenimiento o trabajabilidad no pueden ser compensadas con estas medidas, todo el mezclado debe llevarse a cabo en la obra, empleando materiales secos dosificados en planta.

## - TRANSPORTE DEL CONCRETO -

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como camión-revolvedor, camión de caja fija, con o sin agitadores, cucharones transportados por camión o carro de ferrocarril, por conductos o mangueras, o por bandas transportadoras. Cada tipo de transportación posee ventajas y desventajas específicas que dependen de las condiciones del uso, los ingredientes de la mezcla, la accesibilidad y ubicación del sitio de colocación, la capacidad y tiempo de entrega requeridos, y las condiciones ambientales. Algunos de los sistemas de transporte descritos en este capítulo se tratarán con más detalles en capítulos subsiguientes.

### MEZCLADO Y TRANSPORTE EN CAMIONES DE TAMBOR GIRATORIO

Algunas especificaciones limitan las revoluciones totales del tambor que pueden emplearse para la carga, mezclado, agitación y descarga del concreto en camiones de tambor giratorio. Otras fijan límites en el número de revoluciones para velocidad de mezclado. También a menudo se especifica para el mezclado un tiempo máximo de una y media horas a partir del momento en que el cemento haya entrado en el tambor y hasta que termine la descarga. También se prevé una reducción del tiempo máximo de es

pera en climas calientes. Otro método de especificación es no poner límites a las revoluciones o al tiempo de espera, mientras no se exceda el agua de mezclado especificada, no se agregue agua de remezclado o mientras el concreto conserve propiedades físicas plásticas satisfactorias, consistencia y homogeneidad para su colocación y consolidación. Esta manera de proceder es favorecida específicamente en relación con el tiempo máximo permisible para descargar, y es particularmente aplicable cuando el concreto tiene una temperatura fresca o cuando no hace calor. La determinación final de si se está o no logrando satisfactoriamente el mezclado debe basarse en las pruebas normales de uniformidad de la mezcladora.

#### CONCRETO MEZCLADO EN CAMION

El mezclado en camión es un proceso en el cual los materiales para concreto previamente dosificados en una planta dosificadora se transfieren a un camión revolador donde se lleva a cabo la operación de mezclado. Muchos productores dosifican todos los ingredientes en el camión revolador funcionando a velocidad de carga, detienen el tambor cuando el camión está cerca de la obra o bien cuando ha llegado a ella, y entonces llevan a cabo mezclado. Otro procedimiento consiste en completar todo el mezclado en el camión revolador, en el patio del productor, ha-

ciendo el viaje o la obra con el tambor sin girar.

Cuando el tambor se está cargando, debe girarse a la velocidad designada por el fabricante. Después de cargar completamente todos los materiales, el tambor debe girarse a la velocidad de mezclado, empleando entre 70 y 100 revoluciones para completar el mezclado bajo condiciones normales. Si transcurre - - tiempo adicional después del mezclado y antes de descargar, la velocidad se reduce a la velocidad de agitación, o se detiene. Antes de la descarga el tambor debe girarse de nuevo a velocidad de mezclado por unas 10 a 15 revoluciones, para remezclar los posibles puntos de estancamiento, cerca ya a la descarga. El volumen absoluto total de todos los ingredientes dosificados para mezclado completo en un camión de tambor giratorio, no debe exceder el 65% de la capacidad del tambor.

#### CONCRETO MEZCLADO PARCIALMENTE EN PLANTA FIJA Y TERMINADO EN TRANSITO.

El concreto transportado por este método se mezcla por poco tiempo, generalmente de 15 a 30 segundos en una mezcladora fija en la planta, y el mezclado se completa en el tambor del camión. Los requisitos para este tipo de concreto son los mismos - que para el concreto mezclado en camión. Excepto que el tiempo - de mezclado dentro del tambor del camión será reducido a lo deter

minado como satisfactorio por las pruebas de uniformidad.

### CONCRETO DOSIFICADO EN SECO.

Mediante este método, los materiales secos se transportaban al sitio de la obra en el tambor del camión, y el agua de mezclado se lleva por separado, en un tanque montado en el mismo camión. El agua se agrega a presión, de preferencia a la entrada y en la parte posterior del tambor que está girando a velocidad de mezclado, y el mezclado se completa con las usuales 70 a 100 revoluciones que se requieren para las mezcladoras de camión. Este método que evoluciona como una solución para viajes largos y demoras en la colocación, permite con seguridad un mayor tiempo de espera para el transporte y la descarga. Sin embargo, la humedad libre en los agregados, que debe considerarse como parte del agua de mezclado, provoca algo de hidratación en el cemento. Por lo tanto los materiales no pueden mantenerse indefinidamente de esta manera. El volumen total de concreto que puede transportarse por este método es el mismo (63%) que en el caso del mezclado en camión normal.

### TRANSPORTE DE CONCRETO MEZCLADO EN PLANTA

#### TAMBOR GIRATORIO

Por este método, el camión-revolvedora ya descrito sirve como unidad agitador de transporte. El tambor se gira a velocidad de carga durante la carga y luego se reduce a velocidad de agitación o se detiene después de completar la carga. El tiempo transcurrido para la descarga del concreto puede ser el mismo que en el caso del mezclado en camión, y el volumen transportado puede aumentarse hasta el 80% de la capacidad del tambor.

#### CAMION DE CAJA FIJA, CON O SIN AGITADOR

Las unidades empleadas en esta forma de transporte -- constan de una caja abierta, montada sobre un camión. La caja metálica debe tener superficies de contacto lisas, perfiladas, y, en general está diseñada para descargar el concreto por la parte de atrás, cuando la caja es volteada. Una puerta de descarga y vibradores montados en la caja deben proveerse en el punto de descarga para controlar el flujo. Un agitador ayuda en la descarga, y mezcla el concreto al descargarse. Sin embargo, jamás debe -- agregarse agua en la caja del camión, porque no se logra nada de mezclado con el agitador.

El uso de cubiertas protectoras para las cajas de camión durante mal clima, la apropiada limpieza de todas las superficies de contacto y caminos de transporte llanos, constituyen -

significativamente a la calidad y eficiencia de esta forma de -  
transportación. El tiempo de entrega usualmente especificado -  
es de 30 a 45 minutos, aunque las condiciones de temperatura -  
puedan, o requiera menos tiempo, o permitan tiempos más largos.

#### RECIPIENTES PARA CONCRETO MONTADOS EN CAMBIOS O CARROS DE FERROCARRIL

Este es un método común de transporte de concreto ma  
sivo desde la planta de mezclado hasta un punto cerca del lugar  
de colocación. Una grúa entonces levanta el recipiente hasta -  
el punto final de colocación. En ocasiones, se usan carros de  
traslado, que operan en rieles, para transportar el concreto des  
de la planta de mezclado hasta los recipientes que se operan en  
cablevías. La descarga del concreto de los carros de transporte  
al recipiente, que puede ser por el fondo, o por alguna forma de  
volteo, debe ser cuidadosamente controlada para impedir la se -  
gregación. El tiempo de entrega por transporte en esta forma es  
el mismo que para otras unidades sin agitador, generalmente de -  
30 a 45 minutos.

#### OTROS METODOS

El transporte de concreto mediante banda transporta-  
dora y por métodos de bombeo se discutirá en los capítulos 6 y

9 respectivamente.

Se han utilizado recipientes de hule pesado de dos -- compartimientos para transportar volúmenes de concreto sin mez-- clar a sitios apartados de construcción en terreno quebrado. Un compartimiento interior contiene el cemento, y otro compartimien-- to exterior circundante contiene el agregado y el agua. Se pro--veen anillos para el izado y la descarga. El predosificado y -- transporte de esta manera proporcionan un medio de control de ca-- lidad en las obras apartadas, que de otra manera no suele lograr-- se.

#### OBJETIVO FINAL

El método de transporte que se utilice debe entregar eficazmente el concreto en el punto de colocación, sin alterar de manera significativa las propiedades deseadas en cuanto a la relación agua/cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. Cada método de transporte tiene sus ventajas bajo condi-- ciones particulares de uso, que atañen a renglones tales como di-- seño y mezcla de materiales, tipo y accesibilidad de la coloca-- ción, capacidad de entrega requerida, ubicación de la planta de dosificación y de otros. Estas diversas condiciones deben revi-- sarse cuidadosamente al seleccionar el tipo de transporte más -- apropiado para lograr concreto económico y de calidad en la obra.

## - COLOCACION DEL CONCRETO -

### CONSIDERACIONES GENERALES

Este capítulo presentará las prácticas recomendadas para trasladar el concreto del vehículo de transporte a su posición final en la estructura en construcción. La colocación de concreto se efectúa con recipientes, tolvas, bandas transportadoras, aire comprimido, bombeo, tubo-embudo, y equipo para pavimentar. Las figuras 4.8 y 6.1 muestran varios de los métodos de manejo y colocación discutidos en este capítulo, dando ejemplos de procedimientos de construcción eficientes y deficientes.

Un requisito básico del equipo y métodos de colocación, como de todos los demás equipos y métodos de manejo, es

que debe conservar la calidad del concreto en lo referente a la relación agua/cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. La selección del equipo debe basarse en su capacidad para manejar eficientemente el concreto en las condiciones más ventajosas, de tal modo que pueda ser fácilmente consolidado en su lugar mediante vibración. No debe emplearse equipo en el que sea necesario ajustar las proporciones de la mezcla fuera de los límites recomendados por el ACI, particularmente los del ACI211.1-70.

Debe preverse suficiente capacidad de colocación, mezclado y transporte, de manera que el concreto pueda mantenerse plástico y libre de juntas frías mientras se coloca. Debe colocarse en capas horizontales que no excedan de 60 cm. (2 pies) de espesor, evitando capas inclinadas y juntas de construcción. Para construcción monolítica, cada capa debe colocarse cuando la capa subyacente todavía responda a la vibración, y las capas deben ser lo suficientemente poco profundas como para permitir la unión entre sí, mediante una vibración apropiada. El concreto debe depositarse en su posición final de colocación o cerca de ella, eliminando la tendencia a segregarse cuando tiene que ser movido lateralmente a su lugar. En superficies inclinadas, el concreto debe colocarse primero en la porción más baja de la pendiente - continuando hacia arriba, y así aumentar la natural consolidación

del concreto, debe evitarse la descarga a alta velocidad, que -- origina la segregación del concreto.

Las superficies acabadas del concreto colocado deben protegerse con pasillos planeados y coberturas, hasta que estén lo suficientemente fuertes como para resistir daños del tipo de tránsito al que serán expuestas.

El acero de refuerzo debe estar limpio, en posición correcta y bien sostenido y asegurado antes de empezar la colocación del concreto.

Si se desea colocar concreto de manera monolítica en una viga peraltada, muro, o columna con una losa o voladizo encima, debe programarse una demora que permita el asentamiento del concreto inferior antes de colocar el concreto de la losa o voladizo. El tiempo de demora dependerá de la temperatura y las características del fraguado del concreto que se emplea, pero la colocación debe empezarse lo suficientemente pronto como para -- permitir la liga de la capa nueva con la anterior.

El método escalonado de colocación debe emplearse en estructuras masivas donde se abarcan áreas, para impedir la formación de juntas frías. En este método, la colocación de concre

to va haciéndose por una serie de capas horizontales escalonadas de aproximadamente 45-60 cm. (1 1/2 a 2 pies) de espesor. La colocación del concreto en cada capa (nivel) se extiende por la anchura total del bloque, y las operaciones de colocación progresan desde un extremo de la elevación hacia el otro, exponiendo solamente pequeñas áreas de concreto a la vez. Al progresar la colocación, parte de la misma estará ya terminada ("rematada"), mientras que la colocación continuará en lo que queda.

Para una discusión más completa de la colocación de concreto masivo, véanse las referencias.

#### SEPARACION DEL AGREGADO Y MORTERO

El equipo y el método utilizados para colocar el concreto deben evitar la separación de agregado grueso del concreto. Aunque no son objetables los pedazos dispersos de agregado grueso, las aglomeraciones y bolsas de agregado grueso sí son objetables y deben distribuirse antes de colocar concreto sobre ellos para impedir bolsas de roca y cavidades en el trabajo terminado.

Es un error común creer que la segregación del agregado se eliminará con las operaciones de colocación y consolidación subsecuentes.

El equipo debe disponerse de manera que el concreto - no tenga restricción en la caída vertical al centro del lugar - de la colocación o del recipiente que lo reciba. El chorro del concreto no debe separarse permitiendo que caiga libremente sobre varillas, espaciadores, refuerzos u otros materiales empotrados. Si las cimbras son suficientemente abiertas y limpias - de manera que no estorben la caída vertical del concreto en el - lugar de colocación es generalmente deseable la descarga directa sin el empleo de tolvas, conductos o vertederos. No es necesario quitar los residuos de mortero que hagan caída sobre objetos que irán empotrados en una colocación de concreto que se completará en pocas horas, pero debe quitarse la mezcla suelta antes de colocarse en los objetos que están preparados para ir empotrados - en colocaciones posteriores.

Las figuras muestran como pueden evitarse muchas de - las causas comunes de la segregación en la colocación del concre to.

#### EQUIPO DE COLOCACION

#### TOLVAS DE SECCION CIRCULAR Y RECTANGULARES

El empleo de tolvas de sección circular con descarga - por la parte inferior, diseñadas apropiadamente, permiten la colo

cación del concreto con el más bajo revenimiento 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 de sección rectangular, criterios similares de diseño, con paredes laterales inclinadas y suficiente amplitud de abertura, de acuerdo con el tamaño máximo del agregado y el revenimiento de concreto.

Deben seguirse los principios de llenado y descarga, empleando de las caídas verticales libres de obstrucción, mostradas en las figuras cuando se usan cubos y tolvas. El amontonamiento de concreto por la descarga de las tolvas demasiado arriba o cercana de la superficie, o mientras están en movimiento, da lugar a causas comunes de segregación. Debe evitarse la contaminación descansando las tolvas sobre plataformas, sin balancearlas sobre el concreto descubierto que acaba de terminarse. El concreto derramado debe recogerse con palas y devolverse a --

las tolvas para su uso subsecuente.

#### CARROS MANUALES O MOTORIZADOS "BUGGIES"

Es importante el empleo de vías lisas y rígidas para impedir la separación de los materiales del concreto durante el tránsito. Las distancias máximas de entrega recomendadas para carritos mecanizados es aproximadamente de 120 m (1 000 pies) - y para carritos impulsados manualmente y carretillas, aproximadamente de 60 m (200 pies).

#### CANALONES Y TUBOS DE CAIDA

Los canales se emplean con frecuencia para trasladar concreto de elevaciones superiores a inferiores. Deben ser de fondo curvo y contruídos o forrados de metal y tener suficiente capacidad para evitar derrames. La inclinación debe ser constante y suficiente para permitir que el concreto del revenimiento requerido en el sitio, fluya continuamente por el canalón sin segregarse. Debe controlarse el flujo del concreto en el extremo del canalón para evitar la segregación (los canales demasiado largos y descubiertos deben cubrirse para evitar la evaporación y la pérdida de revenimiento).

Los tubos de caída que se emplean para trasladar verticalmente el concreto desde niveles altos son circulares. El tubo debe tener un diámetro de por lo menos ocho veces el tamaño máximo del agregado. Deben ser firmes a plomo y colocados de tal manera que el concreto caiga verticalmente. Un método satisfactorio para disipar la energía acumulada de caída libre es hacer que el concreto caiga sobre un colchón amortiguador de concreto al extremo del tubo esto se logra fijando un saco de tipo reforzado al final del tubo y efectuado la descarga lateral del concreto por medio de aberturas justamente arriba del saco. Esto proporciona un colchón de concreto al final de la caída, y el concreto fluye hacia la colocación por las aberturas de descarga laterales del tubo. La colocación se inicia cubriendo el tubo con una lechada de mortero antes de depositar el primer concreto. La mezcla de concreto suele tener un contenido de arena mayor que el normal, manteniendo el revenimiento entre 7.5 hasta 15 cm. ( 3 a 6 pulgadas).

El concreto se ha vertido así con buenos resultados - hasta 1 500 m. ( 5 000 pies). Es necesario que haya comunicación telefónica entre la cima del tubo y el sitio de colocación.

## BANDAS TRANSPORTADORAS

El empleo de transportadoras de banda se ha establecido bien en la construcción de concreto. Las transportadoras pueden clasificarse en tres tipos. 1). Transportadoras portátiles o autosuficientes, 2). Transportadoras alimentadoras o en serie, y 3). Transportadoras de descarga lateral o esparcidoras. El tipo de alimentador o transportador en serie funciona a velocidades de banda altas, generalmente a más de 150 m/min. (500 pies por minuto y los tipos portátiles y de descarga lateral operan a velocidades menores. Todos los tipos dependen de la combinación apropiada del ancho de la banda transportadora y de la velocidad para lograr la velocidad de colocación deseada.

Con el concreto debe alimentarse la transportadora por medio de una tolva para obtener un listón uniforme de material a lo largo de la banda las transportadoras deben estar apoyadas adecuadamente para lograr un transporte suave, sin vibración, a lo largo de la banda, y el ángulo empleado de inclinación o de declive debe controlarse para eliminar la tendencia del agregado grueso a separarse del mortero de la mezcla. La inclinación máxima que se puede emplear con una banda transportadora es variable, y es una función tanto de la mezcla del concreto como del dueño de la banda. Unas bandas con corrugados pequeños rectos o

costillajes en la superficie que lleva la carga, pueden transportar concreto a través de inclinaciones empinadas, con mayor éxito que las bandas lisas. Debe prestarse atención especial a los puntos en los cuales se carga el concreto sobre la banda y a los puntos de traslado o descarga, pues éstos son los lugares en donde la segregación tiende a efectuarse. Deben utilizarse en estos puntos tolvas, canalones, y conductos troncales apropiadamente diseñados, o combinaciones de éstos para conservar la homogeneidad del concreto. Además, debe equiparse el punto de descarga en cada banda transportadora con una regla limpiadora o raspadora, para limitar la pérdida de mortero.

La colocación de corto alcance, generalmente se maneja mejor con transportadoras portátiles con un voladizo, con el punto de descarga más allá que las ruedas del armazón de sustentación, pudiendo subirse o bajarse aquellas por unidades independientes.

La colocación de largo alcance se maneja generalmente por unidades fijas, formadas de un número de bandas transportadoras en serie. Las bandas, alimentadoras en estas colocaciones de alcance más largo funcionan a velocidades altas de banda, generalmente a más de 150 m/min. (500 pies por minuto), de modo que se logra una alta capacidad con bandas estrechas, reduciendo así a un mínimo el tiempo durante el cual el concreto está expuesto

a condiciones ambientales adversas.

Cuando se emplean transportadoras para depositar concreto en colocaciones profundas, tolvas apropiadamente diseñadas con trompas de elefante deben usarse para introducir el --concreto a poca distancia de la superficie en donde se vacía. También como en cualquier otro método de colocación el punto de descarga desde la banda transportadora debe moverse con frecuencia, para que el concreto no tenga que moverse lateralmente de posición por vibración u otro método. Esto se logra mediante -el uso de unidades radiales variables y unidades de descarga la teral.

El movimiento de la transportadora, mientras el concreto está pasando por la banda, debe planearse con anticipación, reduciéndosele al mínimo.

Para evitar la segregación, el concreto fresco debe -depositarse sobre concreto plástico colocado previamente, hasta donde esto sea posible. Deben emplearse protecciones o cubier--tas para las transportadoras, cuando las condiciones climatológi--cas (lluvia, viento y sol), y temperaturas ambientes sean seve--ras, de manera que no ocurran cambios significativos en el reve--nimiento o temperatura del concreto. Generalmente se logra la -

máxima eficiencia con la banda transportadora, con una mezcla de concreto plástica y homogénea, controlada a un revenimiento de - 6.5 a 7.5 cm (2 1/2 a 3 pulgadas).

### EQUIPOS DE PAVIMENTACION

El empleo de mezcladoras grandes, espacidoras de alta capacidad y pavimentadoras de cimbra deslizante, hace posible pavimentar con grandes volúmenes de concreto a ritmo acelerado. Para una pavimentación bien lograda, se requiere la mayor parte de los mismos principios de control de calidad que se usan en otras formas de colocación de concreto, pero debido a la velocidad de la colocación, las desviaciones halladas que no cumplan los requisitos para una calidad aceptable tienen que corregirse rápidamente. Algunos de los problemas más frecuentes que pueden afectar negativamente la calidad deseada en la pavimentación, también se comparten con otros tipos de colocación, por ejemplo, poca -- uniformidad de mezclado de mezcla a mezcla, variaciones en el revenimiento y en el contenido de aire, distribución inapropiada de la mezcla y del agregado en los diferentes niveles de colocación.

### 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 más uniformidad que la ordinaria de mezcla a mezcla. 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. En la pavimentación de carreteras se ha atribuido una mejora notoria a este método de cimbras deslizantes.

### CONSOLIDACION

La vibración interna cuando se aplica apropiadamente, es el método más eficaz para consolidar concreto plástico, permitiendo con buen éxito la colocación de concreto que contiene menos agua y componentes finos (arena y cemento), que lo que se requiere cuando el concreto no se vibra. Además de lograr mejor calidad y economía, como resultado de estos cambios en las proporciones de la mezcla, también se logra mejor aspecto y acabado. Las ventajas y el uso general de vibración en la colocación de concreto han sido bien establecidos, pero se aconseja al lector

obtener información detallada sobre la consolidación de concreto, en el informe del Comité del ACI 309.

La vibración interna generalmente conviene más para la construcción ordinaria. Los vibradores no deben emplearse para mover concreto en sentido lateral, y deben insertarse y quitarse verticalmente a intervalos próximos. Debe usarse un patrón sistemático de vibración para asegurar que todo el concreto haya sido adecuadamente consolidado, cuando pueda consolidarse el concreto a mano o con poca o ninguna vibración, es evidente que debe reproporcionarse la mezcla, usando un contenido unitario de agua menor con una consecuente reducción de fines (cemento o agregado fino o ambos).

La vibración inadvertida o intencional del concreto o del acero introducido resulta ser beneficiosa si el concreto vuelve a ser plástico momentáneamente durante la vibración. Mientras que un vibrador funcionando continúe introduciéndose en el concreto por su propio peso, no es demasiado tarde para el concreto se beneficie por revibración, con aumento de resistencia a compensación y adherencia. Probablemente a causa del efecto de amortiguamiento no se ha experimentado ningún efecto perjudicial del refuerzo introducido o del concreto en niveles parcialmente endurecidos cuando están revibrados desde arriba por esfuer

zos de consolidación en concreto fresco.

Cuando la vibración se lleva a cabo adecuadamente, no se logra ninguna ventaja espadeando o trabajando el concreto de modo suplementario. En las colocaciones especialmente difíciles y obstruidas puede emplearse una vibración suplementaria de las cimbras, teniendo cuidado de evitar una vibración excesiva de -- las unidades, de modo que se forme una capa superficial de pasta débil por falta de agregado grueso.

En superficies verticales en las cuales son indesea-- bles los vacíos de aire, la experiencia ha demostrado que los va-- cíos pueden reducirse mediante el uso de vibración adicional. Si esta vibración adicional parece sobrevivir al concreto, debe -- utilizarse menos agua en la mezcla. Ni la vibración extra ni el espadeado, ni otra clase de manipulación mecánica del concreto, -- puede quitar eficientemente los hoyos formados por vacíos de aire de las superficies moldeadas bajo cimbras inclinadas. Tanto la utilización de procesos al vacío como de forros de cimbras absor-- bentes han tenido algún éxito en concreto colocado bajo cimbras inclinadas, excepto cuando se han utilizado mezclados con alto -- porcentaje de sangrado.

Operarios experimentados y componentes de vibradores que trabajen con vibradores en los que se controle el mantenimien--

to y con suficientes unidades de reserva, son esenciales para un programa satisfactorio de consolidación.

#### PREVISIONES PARA MANEJAR CONCRETO DE CONSISTENCIA APROPIADA

Frecuentemente se hacen peticiones para aumentar el agua de la mezcla en el trabajo, cuando el concreto de consistencia relativamente seca no fluye por los canales, no cae de las tolvas, o no se descarga de las compuertas o conductos, aunque se admite frecuentemente que el concreto es fácilmente manejado y satisfactoriamente consolidado en su lugar con una vibración apropiada. Obviamente, estas solicitudes para adicionar agua no son válidas, y la limitación en el uso razonable de las proporciones de la mezcla y del revenimiento no deben imponerse por emplear equipo de colocación inadecuado.

- CONSIDERACIONES GENERALES DE LA MANO DE OBRA -

La valuación del costo de la mano de obra, en la construcción es un problema dinámico y complejo, su carácter dinámico es debido a que la determina el costo de la vida, así como el desarrollo de nuevas técnicas y procedimientos de construcción.

En cuanto a su complejidad, ésta varía conforme a la dificultad o facilidad en la realización del trabajo, la magnitud de la obra a ejecutar, el sistema de pago, las relaciones de trabajo, etc., más aun; las condiciones climáticas, las costumbres locales y en general, todas las características que definen una forma de vida, afectan directa o indirectamente el valor de la mano de obra.

La Industria de la Construcción, emplea poco personal altamente calificado y un gran porcentaje de sus trabajadores pertenecen al grupo de salario mínimo; con el objeto de precisar conceptos se toma de la Ley Federal del Trabajo, la definición de Salario Mínimo.

Salario Mínimo.- Es la cantidad menor que debe recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una

jornada de trabajo.

Por consiguiente, si un porcentaje muy importante de trabajadores de la construcción, percibe el salario mínimo, cualquier sistema de valuación deberá tomar muy en cuenta las variaciones del mismo.

En cuanto a las condiciones específicas de un proceso productivo, su facilidad o dificultad se reflejarán en un mayor o menor rendimiento del trabajador.

El sistema de pago de la mano de obra en construcción, según lo estableció la costumbre abarca dos métodos:

#### A.- Lista de Raya

Considera: Jornadas de trabajo a un precio acordado anteriormente, nunca menor que el salario mínimo.

Ventajas:

- a) Facilidad de control
- b) Asegura la percepción del trabajador

Desventajas:

- a) Necesidad de supervigilancia
- b) Dificultad de valuación unitaria

- c) Propicia tiempos perdidos.
- d) Hace difícil la valuación del trabajo personal

#### B.- Destajo.

Considera: La cantidad de obra realizada por cada trabajador o grupo de trabajadores, a un precio unitario acordado anteriormente, de tal forma que el pago de la jornada de trabajo no sea menor que el salario mínimo.

#### Ventajas:

- a) Suprime una parte de la vigilancia
- b) Facilita la valuación unitaria
- c) Confina el valor unitario a rangos de variación mínima
- d) Evita tiempos perdidos
- e) Selecciona el personal apto para cada actividad.
- f) Permite que "a mayor trabajo, mayor percepción", y a "menor trabajo, menor percepción".

#### Desventajas:

- a) Representa dificultades para su control
- b) Puede ser injusto
- c) Puede reducir la calidad.

### **COSTO UNITARIO DEL TRABAJO.**

Es el sistema o método de valuación que permite, a -- partir de rendimientos obtener costos unitarios del trabajo a - realizar.

Cualquier sistema de valuación unitaria del trabajo, - debe basarse en rendimientos promedio, resultado de un análisis estadístico que no considere casos excepcionales y que represente las condiciones respectivas normales de cada proceso construc tivo.

Por otra parte, para la determinación de un costo más preciso hace falta encontrar un factor de corrección o factor de zona, que considere las condiciones aleatorias que rodean cada ac tividad, así como el factor de herramienta menor que deberá retri buirse al trabajador o a la empresa según el caso, a más del fac tor que toma en cuenta la productividad del maestro que toma el - riesgo de la misma. Y por último se requiere investigar el sala rio diario total, por trabajador o grupo de trabajadores, para po der realizar cada proceso productivo,

Considerando lo anterior, podemos plantear la siguien te igualdad.

$$C.U.T. = \frac{S.D.T.}{R.P.} = F.Z. \times FHM \times FM$$

En donde:

C.U.T.: Representa el Costo Unitario del Trabajo.

S.D.T.: Representa el Salario Diario Total

F.Z. : Representa el Factor de Zona.

F.M. : Representa el Factor por Maestro.

R.P. : Representa el Rendimiento promedio.

F.H.M.: Representa el Factor de Herramienta Menor.

#### SALARIO DIARIO TOTAL.

El salario Diario Total está formado por el salario - diario base afectado por un factor denominado, factor de salario real.

#### SALARIO DIARIO BASE

El Salario Diario Base en la República y para la industria de la Construcción está reglamentado a través de la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, y actualmente esta Comisión - define también los salarios para las especialidades más comunes en la construcción.

Para la actualización anual de estos salarios, se ha dividido a la República en ciento once zonas económicas, cada una de las cuales tiene fijado un salario mínimo general y un salario mínimo para trabajadores del campo.

Los salarios mínimos vigentes para el presente año -- (1981) así como los diversos municipios que forman cada una de las zonas económicas, fueron publicadas en el Diario Oficial No. 39 de fecha 29 de diciembre de 1980.

Debido a ser demasiados los municipios que forman las diversas zonas económicas, se hizo la tabla No. (4) en la cual se encuentran los Salarios Base, así como los Salarios Mínimos con la zona económica correspondiente.

#### CALCULO DEL FACTOR PARA OBTENER EL SALARIO REAL APLICADO AL SALARIO BASE

Tanto la Ley Federal del Trabajo, como la costumbre y el medio ambiente, reducen el tiempo efectivo de trabajo; una de las formas de valuar esta incidencia en cada obra es la siguiente:

1.- Incremento consecuente a la Ley Federal del Trabajo:

Para trabajos que se desempeñan en forma ordinaria,  
con descanso semanal en domingo y sus tiempos extraordinarios.

Número de días no laborables al año:

DOMINGOS	52 Días	Art. 69
DIAS FESTIVOS	7.17 Días	Art. 74
DIAS DE COSTUMBRE	8 Días	
VACACIONES	6 Días	Art. 76
POR ENFERMEDAD	3 Días	
POR FENOMENOS METEOROLOGICOS	5 Días	

---

81.17 Días

Por lo tanto días laborables:

$$365 \text{ D.} - 81.17 \text{ D.} = 283.83 \text{ Días}$$

Número de días que se pagan por año:

$$\text{Días calendario} = \frac{3 \times 365 + 366 \text{ (bisjeste)}}{4} = 365.25 \text{ días}$$

4

Aguinaldo = 15 Días

Prima de vacaciones = 1.5 Días

---

381.75 Días

Incremento por Ley Federal de Trabajo =  $\frac{381.75}{4} = 1.3444995$

---

283.83

11.- Incremento consecuente con el Seguro Social.

a) Días que se pagan al año con cargo al Seguro Social = 365

Días laborables en un año : 283.83 días.

$$\text{FACTOR} = \frac{365}{283.83} = 1.285981$$

283.83

El Seguro Social fija los porcentajes a este factor de: 19.6875% para salario mínimo.

15.9375% para salario mayor al mínimo

de donde:

$$128.5981 \times 0.196875 = 25.3178 \text{ para salario mínimo.}$$

$$128.5981 \times 0.159375 = 20.4953 \text{ para salario mayor al mínimo.}$$

B) Cargo por Guarderfa (1%)

$$128.581 \times 0.01 = 1.2860$$

III.- Impuesto sobre remuneraciones pagadas (1%)

$$128.5981 \times 0.01 = 1.2860$$

IV.- Cuotas sindicales, según contratos celebrados (1%)

$$1.285981 \times 0.01 = 1.2860$$

### R E S U M E N

Si nuestro salario base es igual a 100.00, tenemos

C O N C E P T O	PARA SALARIO MINIMO	PARA SALARIO MAYOR AL MINIMO
SALARIO NOMINAL	\$ 100.00	\$ 100.00
INCREMENTO POR LEY FEDERAL DEL TRABAJO	\$ 34.49	\$ 34.49

## INCREMENTO POR SEGURO

SOCIAL	\$ 25.31	\$ 20.49
INCREMENTO POR GUARDERIAS	\$ 1.28	\$ 1.28
IMPUESTO SOBRE REMUNERACIONES PAGADAS	\$ 1.28	\$ 1.28
INCREMENTO CUOTAS SINDICALES	\$ 1.28	\$ 1.28
T O T A L :	<u>\$ 163.44</u>	<u>\$ 158.62</u>

Los salarios base, serán afectados por los siguientes factores, para obtener el salario real:

Para salario mínimo: 1,6344

Para salario mayor del mínimo: 1.5862

Estos factores pueden variar al:

- Disminuir los días laborables.
- Cuando se considere el impuesto sobre INFONAVIT
- Considerar la prima dominical marcada por la Ley Federal del Trabajo en su Artículo No. 71.

## **CAPITULO SEGUNDO**

**COLOCACION DEL CONCRETO EN LA FORMA TRADICIONAL (PEONES - BOTE)**

- CONTROL DE MANO DE OBRA Y FORMACION DE CUADRILLAS -

Un punto muy importante dentro de la construcción y - sobre todo en el precio unitario es la mano de obra.

Las siguientes categorías, así como algunas de las de finiciones de puestos fueron tomadas de la revista "Sociedad Mexicana de Ingeniería y Costos", del Artículo que lleva por nombre "Análisis de categoría para trabajadores de la Industria de la - Construcción", escrito por el Ing. Mario A. Martínez.

Al observar la posibilidad de unificar las categorías, con el objeto de reducirlas, se ha notado confusión entre éstas y los puestos. Teniendo clara la definición, se procede a la obtención de las categorías necesarias según cada una de ellas.

Considerando responsabilidad, experiencia, capacidad, preparación, etc., requeridos para el desempeño del trabajo tenemos:

a) TRABAJADOR GENERAL.

1.- Peón. Ejecuta trabajos manuales de carácter simple y ordinario que requieren únicamente esfuerzo físico, herramienta manual y/o elementos y ninguna experiencia.

**b) AYUDANTE.**

1.- Ayudante de oficial y ayudante general. Realizan actividades de preparación, limpieza, elaboración de morteros, - así como la realización de funciones relativas que requiere el - oficial que realiza el trabajo.

**c) OFICIAL "B"**

Domina un oficio de cualquier especialidad, responsabilizándose de los resultados obtenidos y de la herramienta y - equipo que se le proporcione.

1.- Albañil de segunda. Ejecuta trabajos de construcción, que no requieran un acabado cuidadoso como son: Mampostería, colado de concreto, etc... esta especialidad requiere capacidad previa.

2.- Carpintero de segunda. Traza, corta, ensambla y coloca cimbras, moldos de madera, requiere capacidad previa.

3.- Fierro, plomero, herrero y operador de equipo - ligero. Estas actividades son propias al nombre de la categoría indicada, se requiere capacitación previa, experiencia anterior

como ayudante y responsabilidad sobre el trabajo que se está ejecutando.

d) OFICIAL "A"

Domina con gran experiencia un oficio de cualquier especialidad, conoce, el equipo y herramienta para desarrollar su trabajo con eficacia.

1.- Maestro albañil, carpintero, fierro, plomero, pintor, herrero, etc... Este personal instruye con trabajo físico directo, dirigiendo y supervisando los oficiales y ayudantes de su ramo, existe calidad y avance de la obra y son los responsables del grupo del trabajo que depende de ellos, vigilando rendimiento o cuantificando cantidades de obra.

2.- Poblador. Traza los diagramas de barrenación en el frente de ataque, observa y supervisa la cantidad de explosivos y accesorios en los barrenos que se van a tronar, comprueba las conexiones, etc... Esta especialidad requiere amplia experiencia y seguridad en sí mismo.

3.- Soldador. Es una categoría capacitada para todos los trabajos de soldadura eléctrica de acetileno y requiere de capacidad previa.

4.- Tubero. Presenta e instala tuberfa de diversos materiales de alta y baja presión examinando planos y especificaciones para ejecutar el trabajo eficazmente.

5.- Electricista. Esta especialidad requiere capacitación previa y adecuada capacitación técnica, en virtud de que las labores que realiza son de alta responsabilidad y riesgo.

6.- Mecánico de taller. Es personal indispensable en todas las obras de construcción, ya que de él dependen todos los trabajos de mantenimiento preventivo y de reparación de la maquinaria básica para el desarrollo de las obras.

e) OFICIAL ESPECIALIZADO.

1.- Operador de tipo pesado. Este puesto requiere de amplia experiencia de operación de equipo ligero y de ayudante de operador, conocimiento de mantenimiento preventivo y reparaciones rutinarias del equipo que va a emplear, amplios conocimientos de la máquina por operar y de sus protecciones, se requiere además de capacitación previa, mantenerse actualizado en los avances tecnológicos de la maquinaria para ejecución.

f) JEFE DE GRUPO "A"

Su función principal es organizar, revisar y dirigir las actividades del grupo de trabajadores que se le ha asignado.

1.- Sobreestante. Es el puesto de sobreestante el de más importancia dentro de la industria de la construcción, inmediatamente después de la super intendencia general, siendo sus funciones las siguientes: Ordenar a los Jefes de Grupo y a los Cabos, sobre la distribución del personal, materiales y maquinaria, para los distintos frentes de trabajo en la obra, es el responsable de la cuantificación de las cantidades de obra realizada, para lo cual debe auxiliarse de los Jefes de Grupo.

Este puesto requiere conocimiento total de planos, especificaciones, procedimientos de construcción y medidas de seguridad que requiere el área bajo su control.

2.- Jefe de frente. Es igual que el Jefe de Grupo, actúa, como responsable de una área específica que se le asigna en la obra.

g) JEFE DE BRUPO "B"

Requiere aptitudes para dirigir, tiene capacidad para calificar los procedimientos y calidad de los trabajos que se le encomiende una persona de mayor jerarquía.

1.- Cabo. Conforme a las instrucciones del Jefe de Frente, del Sobreestante, distribuye y revisa el trabajo de las cuadrillas, explicándoles y auxiliándoles en el cumplimiento de sus obligaciones. Debe estar capacitado para llevar libretas diarias de trabajo y ordenar algunas indicaciones de emergencia.

**h) TECNICOS.**

Requiere la formación técnica tienen experiencia, responsabilidad sobre el equipo de seguridad y trabajo de los demás.

**i) SUPERVISORES.**

Exige un profundo conocimiento del tema o actividad y una amplia experiencia y capacidad de actuación en equipo, responsabilidad sobre su área de trabajo, etc...

**j) PROFESIONALES.**

Su función puede desempeñarse en forma individual, en trabajo de gabinete, o responsabilizarse del trabajo de un grupo para lo cual organiza, dirige, supervisa y corrige las actividades del mismo.

**k) PROFESIONAL ESPECIALIZADO.**

Personal con conocimientos específicos, obtenidos por experiencia en el ejercicio profesional y por estudios del Postgrado.

Factores de corrección para trabajos de ejecución manual.

Conocemos perfectamente que numerosos factores ajenos a la voluntad humana ejercen profunda influencia sobre la conducta laboral y social del individuo, factores como la geografía, - la orografía, el clima, abundancia y calidad de la alimentación o incluso, los orígenes étnicos, son actores complejos que aunque intangibles numéricamente, ejercen una innegable influencia sobre los habitantes de cada región, y particularmente sobre su valoración, tenacidad e incluso habilidades innatas o adquiridas.

Uno de los errores en que con más frecuencia se ha incurrido reside en tomar rendimientos estandar de mano de obra, - ubicados en diversos libros técnicos y aplicarlos en forma indiscriminada a todas las regiones geográficas y obras del país.

El criterio correcto a seguir se fundamenta en establecer rendimientos índice promedio, verdaderamente representativos de condiciones, que bien pueden ser ideales y afectarlos con una serie de coeficientes, específicos para cada zona que conjugados constituyen justamente la calificación de la mano de obra.

Admitiendo lo antes mencionado, quedamos en condiciones de utilizar las tablas de rendimiento de mano de obra, con signadas en cualquier libro prestigiado, siempre y cuando dichos rendimientos los consideremos como valores ideales que deberán ser ajustados, afectándolos con los coeficientes correspondientes, derivados de: La calificación racional de la mano de obra, el factor de rendimiento de mano de obra y de otras correcciones derivadas de condiciones locales imperantes, en la obra de que se trate. Definiendo estos factores tenemos:

1.- Factor de rendimiento de mano de obra.

En la ejecución de cualquier trabajo es prácticamente imposible que un trabajador labore en forma continua e ininterrumpida la jornada de trabajo.

Esto es producto en algunas ocasiones por factores humanos y en otras por las condiciones de la obra, particularmente en la calidad de administración de la empresa constructora.

Para aquellas obras en las que se presenten condiciones favorables, se adopta un factor de rendimiento con valor de 0.70 a 0.75, el cual corresponde a condiciones de obra regulares y de buena administración.

Al aplicar este factor de rendimiento de trabajo, debe de tenerse en cuenta que el mismo estudia la corrección por todas las pérdidas de tiempo que pueden ser normales, se ajustan - por tanto a términos de tiempo efectivo.

2.- Factores de corrección a los rendimientos de mano de obra.

En ciertas obras se presentan trabajos localizados en áreas o zonas de condiciones muy especiales, que abaten los rendimientos por lo que tales condiciones deberán considerarse aplicando los factores de corrección que precedan.

Los principales son los siguientes:

I.- Factores de corrección zonales.

- a) Factor de trabajo realizado a grandes alturas.
- b) Factor de corrección por congestión de hombres y equipo en un área de trabajo.

II.- Factores de corrección por condiciones de obra.

- a) Factor de corrección por el tipo de labor y habilidad o especialidad.
- b) Factor de distribución.

### Factores de corrección por altura.

Algunos autores consideran que los trabajos no sufren reducciones cuando se realicen entre alturas limitadas, hasta -- tres metros sobre el nivel del piso natural. Para algunas mayores al rendimiento de los operarios disminuye a razón de un tres por ciento por cada metro de altura superior a los tres metros.

### Factor de congestiónamiento.

En aquéllos casos en que se trabaja de acuerdo a un plan maestro preconcebido que es, lo que realmente constituye un programa de trabajos, el equipo y la fuerza humana se encontrarán balanceados por lo que generalmente, salvo ocasiones momentáneas derivadas de causas mayores, no se presentará congestiónamiento, en cuyo caso el factor por congestiónamiento tendrá un valor igual a la unidad. Y en dado caso de presentarse, su influencia en la disminución del rendimiento será de un 5% a un 10% del mismo.

### Factor de corrección laboral.

Según sea el tipo de trabajo y la habilidad calificada de los operarios, se podrán aplicar los factores de corrección siguientes:

1.- Mano de obra especializada calificada para el trabajo de que se trate. . . . . 1.0

2.- Mano de obra nacional o extranjera no especializada para el trabajo de que se trate, pero en proceso de entrenamiento . . . . . 0.84

3.- Trabajos manuales realizados en espacios muy calientes. . . . . 0.90

4.- Trabajos realizados en tiempos extraordinarios - a la jornada legal o en turnos nocturnos. . . . . 0.85

5.- Trabajos ejecutados con condiciones limitativas - impuestas por directrices dictadas para la protección del personal. . . . . 0.90

6.- Trabajos dedicados en los que se tengan interferencias sistemáticas derivadas de la necesidad de una muy estricta inspección y supervisión. . . . . 0.90

Por lo general los rendimientos se expresan en formas de horas hombre, necesaria para realizar un trabajo, o en su defecto, al volumen o cantidad de trabajo que realiza un hombre en una hora, o bien en un turno de 8 horas. Es conveniente recor -

dar que para tener un rendimiento más apegado a la realidad será necesario aplicar los factores antes mencionados.

### FORMACION DE CUADRILLAS

No. de Cuadrilla	C O M P O S I C I O N
1	0.10 Cabo + 1.0 Peón.
2	0.25 Oficial + 1.0 Peón.
3	1.0 Oficial Carpintero + 1.0 Ayudante Carpintero.
4	1.0 Oficial Fierro + 1.0 Ayu- dante Fierro.
5	1.0 Oficial + 1.0 Peón.
6	1.0 Oficial Especializado + 1.0 Peón.
7	1.0 Cabo + 1.0 Peones.
8	1.0 Topógrafo + 2 Ayudantes + - 1.0 peón.
9	0.10 Cabo Albañil + 1.0 Peón.
10	1.0 Cabo + 1.0 Albañil + 2.0 - peones.
11	1.0 Cabo + 1.0 Albañil + 2.0 peo- nes.
12	1.0 Albañil de 1a. + 1.0 Ayudan- te + 1.0 peón.

No. de Cuadrilla	C O M P O S I C I O N
13	1.0 cabo + 1 Albañil 1a. + Albañil 2a. + 5 Peones.
14	1.0 Albañil de 1a. + 1 Ayudante + 1.0 Peón.
15	1.0 Cabo + 2.0 Albañiles 1a. + 8 - peones.

## **ANALISIS DE PRECIOS Y RENDIMIENTOS A DIFERENTES ALTURAS**

### CALCULO DEL COSTO POR M<sup>3</sup> DE "PEON - BOTE"

Para el cálculo del costo utilizaremos la cuadrilla # 2 formada por  $\frac{1}{4}$  oficial + 1 peon .

PUESTO	SALARIO BASE	FACTOR	SALARIO REAL
PEON	\$ 680.00 /tno	1.6344	\$ 1111.40
OFICIAL	\$ 994.00 /tno	1.5862	\$ 1576.70

El costo de la cuadrilla # 2 es de \$ 1505.57 /tno y el rendimiento es de 1.1 M<sup>3</sup>/jorn.

El bote alcoholero tiene un precio de \$ 400.00.

La herramienta menor un precio de \$ 1604.90 .

CUADRILLA # 2	\$ 1505.57	X 0.9090	= \$ 1368.60
BOTE ALCOHOLERO	\$ 400.00	X 0.33	= \$ 132.00
HERRAMIENTA MENOR	\$ 1604.90	X 0.03	= \$ 48.15

TOTAL COSTO DIRECTO ..... \$ 1548.75 /M<sup>3</sup>

CALCULO DEL RENDIMIENTO DEL "PEON - BOTE"

Según datos observados de las visitas a obras, las cuales estaban colocando el concreto por medio de este método, fueron las siguientes.

El tiempo que se tarda en llenar el bote, subir, vaciar y bajar - fue de 1 min 06 seg.

Teniendo el dato de la capacidad del bote alcoholero que es de --  $0.018 \text{ m}^3$ , sacaremos el rendimiento de este método por cuadrilla.

Capacidad del bote es  $0.018 \text{ m}^3$  para el cálculo tomaremos  $0.016 \text{ m}^3$  por desperdicios.

El ciclo real es de 1 min 06 seg pero tomaremos 2 minutos por ~~per~~ las pérdidas de tiempo y cansancio, y 20 seg en subir y bajar a cada nivel de 2 mts.

		PARA 2 mts.	
$0.016 \text{ m}^3$	_____	120 seg	
X	_____	3600 seg	= $0.48 \text{ m}^3/\text{hr}$
		PARA 4 mts	
$0.016 \text{ m}^3$	_____	140 seg	
X	_____	3600 seg	= $0.41 \text{ m}^3/\text{hr}$

Y así hasta el nivel deseado .....

## RENDIMIENTOS A DIFERENTES ALTURAS

ALTURA	RENDIMIENTO POR PEON $\text{m}^3$	RENDIMIENTO POR CUADRILLA $\text{m}^3$
2 mts.	0.48 $\text{M}^3/\text{hr}$	1.92 $\text{M}^3/\text{hr}$
4 "	0.41 "	1.64 "
6 "	0.36 "	1.44 "
8 "	0.32 "	1.28 "
10 "	0.28 "	1.12 "

## **CAPITULO TERCERO**

### **COLOCACION DEL CONCRETO POR MEDIO DE MALACATE**

- TIPO DE MALACATES -

Son máquinas de poca potencia, es decir, que puede elevar cargas limitadas, pero que son muy utilizadas por su gran maniobrabilidad. Son interesantes para obras de edificación o como útil complementario y de reparación.

El desarrollo del malacate fué a partir del uso de los cabrestantes y polipastos, que con su uso se experimentó, que era mucho más fácil subir objetos o cosas a un nivel determinado.

Los tipos de malacates los podemos separar por su capacidad y por su combustible.

Por su capacidad pueden ser de:

750 Kgs., 1000 kgs, 2000 kgs, 3000 kgs, que son los más usados y más comerciales.

Por su combustible pueden ser:

Gasolina, Diesel y Eléctricos.

Los de gasolina y diesel tienen un motor de combustión interna enfriada por aire. Las marcas más comerciales son:

KOHLER K 301, WISCONSIN S 14 D, AGND, VH4D, VG4D, y LISTER SR.

Los eléctricos se emplean motores de corriente alterna o corriente continua. Son más ocupados los de corriente alterna, los cuáles son de simple o doble polaridad. Los más usados por ser mejores son los de doble polaridad, porque en el momento de la parada para reducir la velocidad, introducen por oportuna conmutación mayor número de polos, con una disminución en la misma proporción que los dos números de polos.

En sí el funcionamiento del malacate es:

Un mecanismo destinado a elevar una carga tomando apoyo sobre una superficie fija (el suelo por ejemplo).

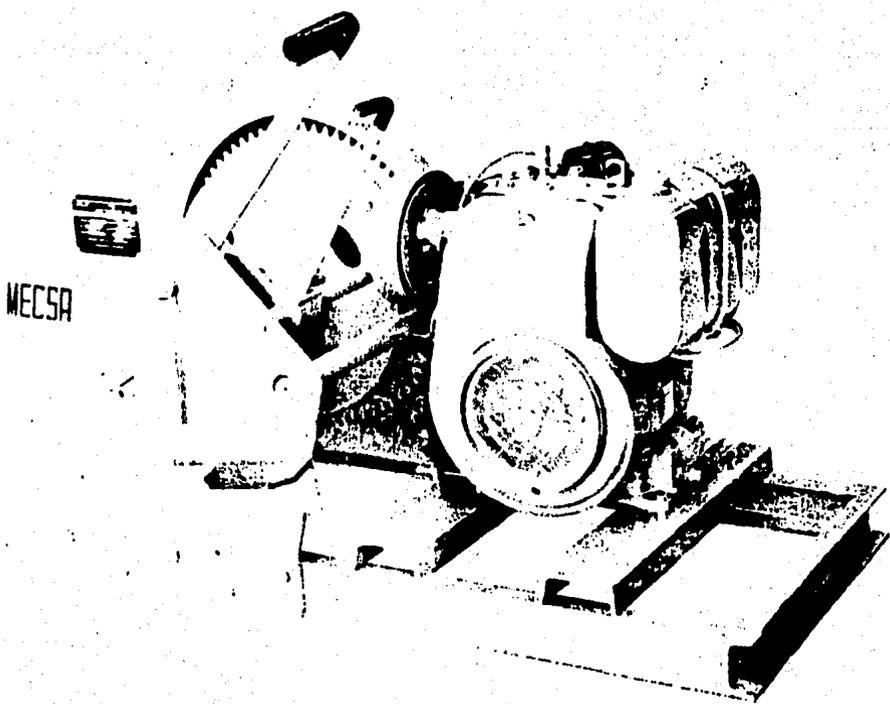
El malacate se compone de una cremallera que engrana con una rueda dentada, solidaria a una manivela de maniobra.

Accionando la manivela, se hace girar el piñón que engranando con la cremallera provoca la elevación o descenso de esta. Un sistema de carraca evita la caída de la cremallera cuando se deja de accionar la manivela.

Se puede aumentar la relación de desmultiplicación intercalando entre el piñón y la cremallera engranajes suplementarios.

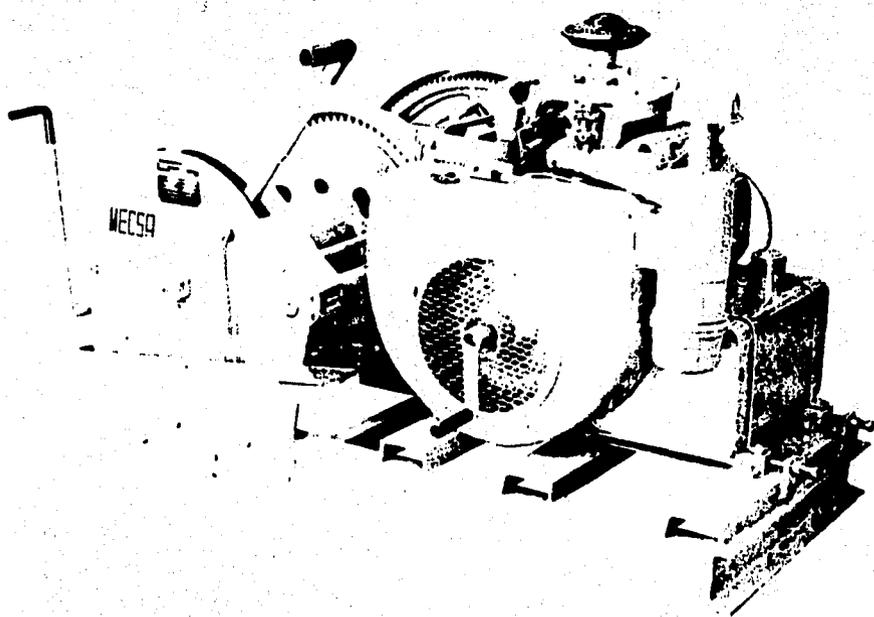
# MALACATE

MECSA M-1000



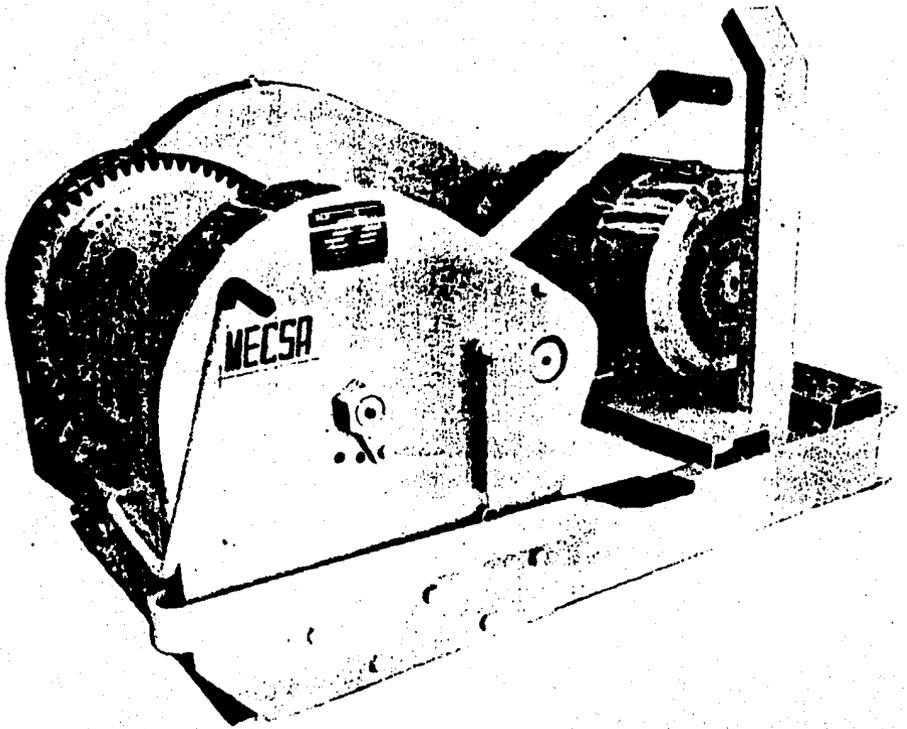
# MALACATE

MECSA M-2000



# MALACATE

MECSA M-3000



- ACCESORIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO -

Para un buen funcionamiento del malacate, necesitamos tener todos sus accesorios que son: Gancho giratorio, pluma, vagoneta (buggies), Patesca, Triangulo elevador y Cable.

**CABLE.-** Los cables son de acero al cromo integrados por numerosas ramales de alambre, seis de ordinario, enrollados en torno a un ánima vegetal. La carga de seguridad a la tracción se fija en 1/8 de la carga de la rotura, el diámetro de la rueda de fricción debe ser 800 veces mayor que el diámetro de cada ramal y 40 veces mayor que el del cable. El material empleado tiene una carga de rotura de 120 a 150 kgs/mm<sup>2</sup>. El diámetro de los cables no debe ser menor a los 9 mm y el de los ramales no inferior a 0.5 mm.

Conviene lavarlos cada seis meses con aceite y nafta, dejarlos secar durante uno o dos días y untarlos, después con -- aceite asfáltico.

**VAGONETA.-** La vagoneta o carretilla de mano, equipada con ruedas neumáticas puede encontrarse en tamaños de 6 a 11 pies<sup>3</sup>, y son adecuados para emplearse en muchas obras. El tamaño chico podrá acarrear casi 4.5 pies<sup>3</sup> y el tamaño grande cerca de 9 pies<sup>3</sup> por carga. Son superiores a las carretillas comunes ya que sus ruedas les proporcionan un mejor equilibrio para

# Características.

CAPACIDAD DE CARGA	1000 Kg.
VELOCIDAD DE ELEVACION	35 m/MIN
CAPACIDAD DE TAMBOR CON CABLE DE	
3/8"	170 M.
1/2"	100 M.
5/8	64 M.
ANCHO	75 CM.
LARGO	1.15 M.
ALTO	84 CM.
PESO	319 Kg.

## OPCIONES MOTOR

MOTOR MARCA WISCONSIN S14D-R DE 14 H.P. A 3600 R.P.M.

MOTOR MARCA KOHLER MODELO K 301-R DE 12 H.P. A 3600 R.P.M.

MOTOR ELECTRICO MARCA SIEMMENS O SIMILAR DE 10 H.P. A 1750 R.P.M.

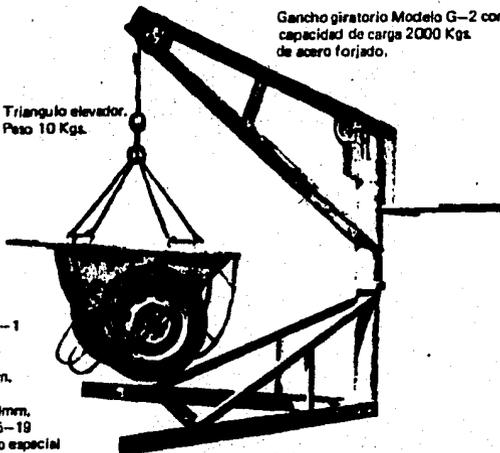
# Accesorios

Petaca Modelo PA-1  
Para uso en cualquier malacate.  
Totalmente embalada.



Triángulo elevador.  
Peso 10 Kgs.

VAGONETA Modelo V-1  
Capacidad: 160 Lt.  
peso: 76 Kg.  
Longitud total: 1300mm.  
Ancho total: 800mm.  
Altura sin triángulo 790mm.  
Cilindros neumáticos 3.25-19  
Rines de acero de diámetro especial  
Rodamiento de rodillos cilíndricos.



Gancho giratorio Modelo G-2 con  
capacidad de carga 2000 Kgs.  
de acero forjado.

Pluma Modelo P-2 embalada.  
Capacidad 2000 Kgs. radio de giro  
1500 mm. altura libre 2500 mm.

# **MECSA**

KM. 126.5 CARRETERA FEDERAL MEXICO-PUEBLA  
MOMOXPAN, CHOLULA PUEBLA-72760 MEX.  
APO. POSTAL 1076 (72000)  
TELEFONO 4634-33. TELEX: 8178326

la carga.

En años recientes se han venido usando mucho las carretillas de motor (buggies) para acarrerar concreto. Tienen capacidades de  $1/3$  a  $1/2$   $yd^3$  y velocidades de 15 mph. Pueden dar vueltas de  $180^\circ$  de 4 pies y subir pendientes hasta el 20% con toda su carga. En las obras en donde se les utiliza con -- ventaja, estas llegan a apagarse a sí mismas en 1 a 6 meses debido a lo económico que resultan en comparación con el costo de transporte del concreto con carretillas de mano.

**PATESCA.-** Es una rueda de acero embalada totalmente con un gancho para amarrarla de ahí. Esta rueda sirve de guía del cable.

**PLUMA.-** Este accesorio es el que se pone en la parte alta de la construcción, está hecho de acero forjado, está embalado y tiene una capacidad de 2000 kgs., su radio de giro es de 1500 mm.

**TRIANGULO ELEVADOR.-** Este triángulo se le pone a la vagoneta para poderla subir sin riesto de que se volteé. Tiene un peso de 10 kgs.

**GANCHO GIRATORIO.-** El gancho se le pone en el extremo del cable y éste a su vez se engancha al triángulo elevador para subir la vagoneta. Tiene una capacidad de carga de 2000 kgs.

**ANALISIS DE PRECIOS Y RENDIMIENTOS A DIFERENTES ALTURAS**



## CALCULO DEL RENDIMIENTO DEL "MALACATE"

Según datos del fabricante la velocidad de elevación es de -  
35 mts/min .

Con datos obtenidos en obra, en llenar y vaciar se tardan --  
10 seg. Tenemos que el ciclo sera de 140 seg es decir 2.33 min.

$$\begin{array}{l} 35 \text{ mts} \text{ _____ } 2 \text{ min} \\ 5 \text{ mts} \text{ _____ } X \end{array} \quad = 0.2857 \quad = 17.14 \text{ seg}$$

$$\begin{array}{l} 35 \text{ mts} \text{ _____ } 2 \text{ min} \\ 10 \text{ mts} \text{ _____ } X \end{array} \quad = 0.5714 \quad = 34.28 \text{ seg}$$

$$\begin{array}{l} 35 \text{ mts} \text{ _____ } 2 \text{ min} \\ 15 \text{ mts} \text{ _____ } X \end{array} \quad = 0.8571 \quad = 51.42 \text{ seg}$$

$$\begin{array}{l} 35 \text{ mts} \text{ _____ } 2 \text{ min} \\ 20 \text{ mts} \text{ _____ } X \end{array} \quad = 1.1428 \quad = 68.568 \text{ seg}$$

$$\begin{array}{l} 35 \text{ mts} \text{ _____ } 2 \text{ min} \\ 30 \text{ mts} \text{ _____ } X \end{array} \quad = 1.7142 \quad = 102.85 \text{ seg}$$

Y así hasta la altura deseada .A estos valores se le tiene  
que aumentar 20 seg , que es lo que se tarda en llenar y va --  
ciar el Bogue .

Tenemos que multiplicar a estas cantidades por 6.25 ya que  
la capacidad del bogue es de 160 lts. es decir  $0.16 \text{ M}^3$  .

**ALTURA**

**RENDIMIENTO 0.16 M<sup>3</sup>**

**RENDIMIENTO 1 M<sup>3</sup>**

5 Mts.....	0.619 Min	.....	3.868 Min	..
10 "	0.904 "	.....	5.653 "	"
15 "	1.190 "	.....	7.437 "	"
20 "	1.476 "	.....	9.225 "	"
25 "	1.761 "	.....	11.000 "	"
30 "	2.047 "	.....	12.790 "	"
35 "	2.333 "	.....	14.580 "	"
40 "	2.619 "	.....	16.368 "	"
45 "	2.905 "	.....	18.156 "	"
50 "	3.191 "	.....	19.940 "	"
55 "	3.477 "	.....	21.730 "	"
60 "	3.763 "	.....	23.520 "	"

## **CAPITULO CUARTO**

### **COLOCACION DEL CONCRETO POR MEDIO DE BOMBAS**

- Historia y Descripción de las Bombas -

El concreto bombeado puede definirse como un concreto conducido por presión a través de un tubo rígido o de una manguera flexible y vaciado directamente en el área de trabajo. La presión se aplica con bombas de pistón, aire comprimido o presión comprimida. En 1933, en Milwaukee, Wisconsin, se introdujo el concreto bombeado a través de tuberías metálicas por medio de bombas de pistón. En general, su uso ha tenido éxito, especialmente en el revestimiento de túneles y para vaciados en áreas inaccesibles a las grúas, camiones, etc.

Desde 1950 se ha progresado mucho en el campo del bombeo incluyendo nuevas y más perfeccionadas bombas, así como la introducción de las mangueras de metal flexible o material plástico.

Con estas innovaciones, la colocación del concreto por bombeo ha sido una de las prácticas más rápidamente extendidas en la industria de la construcción.

El sistema de bombeo puede ser utilizado en la mayor parte de las construcciones de concreto, pero es útil especial-

mente en las áreas donde el espacio para el equipo de construcción es muy reducido. Así pues, elevadores y grúas pueden despachar los otros materiales de construcción al mismo tiempo que el vaciado del concreto. Otros elementos de trabajo pueden operar, igualmente, sin ser estorbados por el movimiento del concreto.

Para obtener un bombeo satisfactorio se requiere una dotación constante de concreto bombeable, el cual, como las mezclas convencionales, requiere un buen control de calidad, esto es: agregados uniformes debidamente graduados y materiales en cantidades consistentes bien mezclados. De acuerdo con el equipo que se use, la capacidad de entrega de concreto variará de 8 a 70 m<sup>3</sup> por hora. El alcance efectivo variará de 91 a 305 metros horizontalmente, o de 30 a 91 metros verticalmente. Se han registrado casos en los que se ha logrado bombear el concreto horizontalmente a más de 610 metros. Se ha efectuado cuando menos un trabajo con bombeo vertical hacia arriba de 512 metros.

Estudios realizados por compañías concreteras, en lo referente a los sistemas tradicionales de colocación del concreto, tales como: Bachas en grúas, malacates para elevar cubetas y las operaciones rudimentarias del transporte a base de botes, o del paleo directo, estos sistemas son considerablemente costosos, tardados, más molestos y un poco más difíciles de controlar.

En magnífica sustitución, la colocación de concreto a base de bomba elimina los problemas anteriores. En forma continua se puede colocar hasta sesenta metros cúbicos por hora, - con mayor eficacia y menor costo.

## - TIPO DE BOMBAS -

### BOMBAS DE PISTON

Existen muchos fabricantes de bombas de pistón. Todas estas bombas se componen de una tolva de recepción para el concreto mezclado, una válvula de entrada, otra de salida, un pistón y un cilindro. La válvula de salida está situada en la línea de descarga. Cuando el pistón inicia su retro-arranque, la válvula de entrada se abre y la válvula de salida se cierra. En tal punto el pistón empuja al concreto del cilindro hasta la manguera o tubería, y al final de la línea se descarga sobre el área de colocación una cantidad correspondiente de concreto.

Hoy en día, la mayor parte de las bombas constan de dos pistones, uno que retro-acciona cuando el otro se impulsa hacia adelante para darle un flujo más uniforme al concreto. En algunos modelos los pistones pueden funcionar independientemente. Las válvulas de entrada y salida varían de acuerdo con el fabricante.

Existen los siguientes tipos de válvulas: de "guillotina" de obturador de émbolo y de válvula de tapón.

Los pistones son accionados mecánicamente por medio

de una biela o cadena o hidráulicamente con aceite o agua. La energía básica proviene de motores de gasolina, diesel o eléctricos. Las tolvas de recepción varían en tamaño de  $0.1$  a  $1.5 \text{ m}^3$  y generalmente están equipadas con aspas remezcladoras para mantener la consistencia y la uniformidad. La toma de fuerza y el equipo de bombeo pueden ser proporcionados por un solo camión, o bien por separado, en un camión y su remolque montado sobre un chasis especial. Fig. No. 1

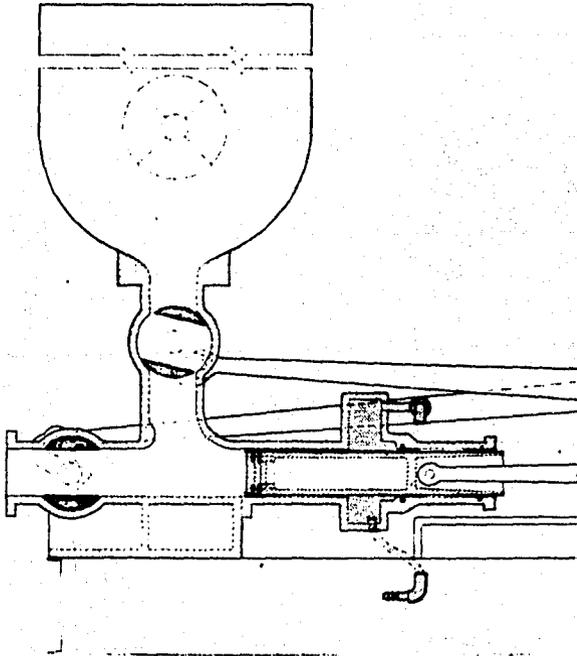


Figura No. 1

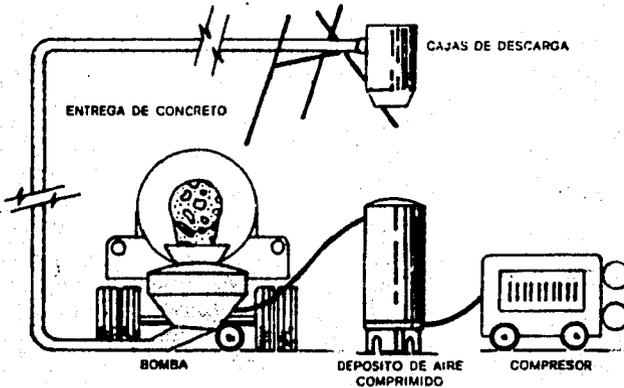
## BOMBAS NEUMATICAS

Estos sistemas constan básicamente de un tanque de presión y un abastecimiento de aire comprimido. El concreto es enviado al tanque de presión, y luego éste se sella herméticamente, el aire comprimido se inyecta por la parte superior del tanque e impulsa al concreto a través de un tubo conectado en el fondo. Al final del ducto se halla una caja mezcladora que sirve para expulsar el aire y evitar la segregación.

Cuando el tanque de presión se vacía. El aire es expulsado, el tanque se llena otra vez de concreto, y la operación se repite. En obras mayores, se emplean varios tanques de presión a fin de proporcionar una dotación más uniforme de concreto. El aire es suministrado por medio de compresores cuya capacidad mínima es de  $3.5 \text{ m}^3$  por minuto. Con mucha frecuencia se emplea un tanque receptor de aire para estabilizar el suministro de aire comprimido y asegurar así la fluidez constante del concreto.

Cierto tipo de máquinas introducen el concreto directamente en la línea conductora de aire con una secuencia determinada con objeto de mantener un flujo de concreto más o menos uniforme. La segregación, el desplazamiento de refuerzos y las averías en las cimbras en el momento de descarga, requieren la atención inmediata a base del transporte neumático y el equipo -

de colocación. Fig. No. 2



El compresor lleno de aire comprimido el tanque, que empuja el concreto en la bomba a través de la tubería.

Figura No. 2

### BOMBAS DE RETACADO (SQUEEZE)

Esta clase de equipo se compone de una tolva de recepción con tres aspas re-mezcladoras. Se conecta una manguera flexible en el fondo de la tolva receptora, de forma que llegue hasta el fondo de un tambor metálico que se mantiene al alto varfo. La manguera corre alrededor de la periferia interior del tambor, y sale hasta la parte superior. Rodillos accionados hidráulicamente giran sobre la manguera flexible --

dentro del tambor y exprimen el concreto fuera para enviarlo a la parte superior. El vacío mantiene en el tubo un abastecimiento uniforme del concreto, procedente de la tolva. Fig. - No. 3.

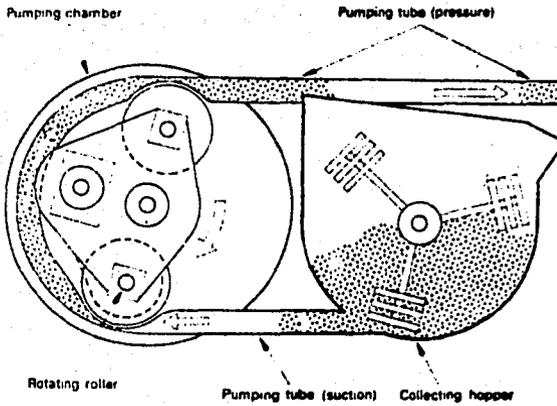


Figura No. 3.

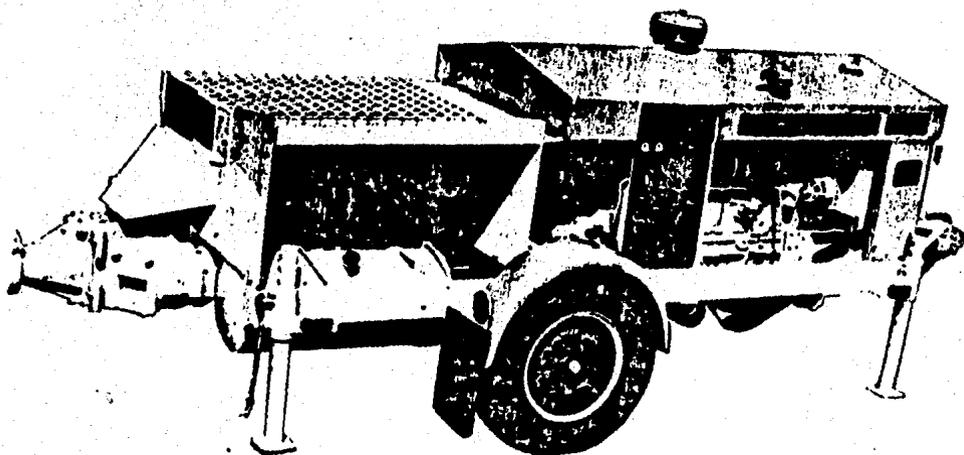


FIGURA No. 4  
TIPO COMUN DE BOMBA DE CONCRETO.

## - TUBERIA Y ACCESORIOS -

### TUBERIAS RIGIDAS

La mayoría del concreto que se transporta a las áreas de colocación por el sistema de bombeo, se conduce a través de tubos rígidos o de una combinación de tubos rígidos y mangueras flexibles para trabajo pesado. El tubo rígido, llamado también línea dura o línea pulida es de acero, aluminio o plástico y se consigue en tamaños que van de 8 a 20 cm. de diámetro, siendo de 9 cm. los más usados.

Se han registrado casos en los que el concreto, al ser bombeado a través de una línea de aleación de aluminio, mostró una dilatación causada aparentemente por las reacciones de las partículas de aluminio desgastadas con los álcalis del cemento portland, y que dió por resultado la formación del gas hidrógeno expansivo. Incidentes de este tipo han sido cuidadosamente registrados. Para tomar medidas preventivas adecuadas habrá de necesitarse una investigación adicional de estos casos. En tanto que no se tomen las medidas preventivas, el comité recomienda que para conducción de concreto no se use la línea con aleación de aluminio.

El tubo rígido generalmente es de 3 mts. de longitud,

ya que esta es la longitud máxima normal que pueden manejar un operario. El peso total de una unión y una sección de tubo de 3 m. llena de concreto aumenta rápidamente de acuerdo con el diámetro.

Una sección de tubo de 13 cms. y de 3 m. de longitud pesa aproximadamente 124 kgs. lleno de concreto. En el caso del concreto de peso normal, suele considerarse el tubo de 13 cms. como el más práctico para el manejo de un solo hombre. Un tubo de mayor calibre, o de secciones más largas, requerirá un mayor número de hombres o más energía para su manejo. La capacidad de un sistema de tubos depende de varios factores. La mezcla de concreto, la longitud de la línea, la altura a la que el concreto es bombeado, la tersura interior del tubo y diámetro interior del mismo.

#### CONDUCTO FLEXIBLE (MANGUERA)

El conducto flexible está hecho de hule, metal flexible estriados y plásticos. El rendimiento del conducto flexible no es el mismo que el de tubo rígido, generalmente aquel presenta una mayor resistencia al movimiento del concreto. Los de mayor diámetro de 10 a 13 cms. tienen la tendencia a torcerse más que los de menor dimensión, de 5 a 8 cms. El conducto flexible es sustituible por secciones de tubo rígido, lo que --

permite su uso en curvas en áreas de difícil colocación y como conexiones con grúas móviles o con líneas para agua. En general, el conducto flexible de mayor dimensión que puede manejar se manualmente es el de 10 cms.

### UNIONES

Las uniones que se emplean para conectar tanto secciones de tubos rígidos como flexibles deben ser debidamente resistentes para soportar el manejo durante la instalación del sistema, la desalineación y el apoyo insuficiente a lo largo de la línea. Las uniones deben ser básicamente calculadas a razón de por lo menos 35 Kgs. por  $\text{cm}^2$ , y mucho más por los tramos ascendentes de más de 30 m. Las cargas axiales o finales pueden ser altas en las uniones tanto en los tramos ascendentes como en los que se hallan al nivel. Por consiguiente, los tipos de uniones varían de acuerdo con el tamaño del tubo que se emplea; los tamaños mayores requieren ajustes considerablemente más resistentes. Las uniones deben estar diseñadas en forma tal que permitan el reemplazo de cualquier sección de tubo sin mover otras secciones, y debe prever una sección transversal interna sin contracciones o fisuras que impidan la libre circulación del concreto.

La mayor parte de la línea de 15 cms. o más se emplean uniones resistentes de doble barra, con empaque grueso de

hule y una cuña móvil. Estas uniones permiten un margen de desalineación considerable, pueden instalarse durante el servicio y se pueden usar para levantar hasta 2.5 cm. por junta en la -- dirección del tubo. La junta para una línea de 18 cms. pesa -- 28 Kg. la experiencia ha demostrado que el uso de uniones de doble barra da excelentes resultados, con la salvedad de su peso y tamaño. En algunas líneas de 15 cms. y en casi todas las más pequeñas se usan mucho las uniones estriadas. Las uniones de codo de gasto completo para líneas conductoras de petróleo han dado excelente resultado en tubos pequeños flexibles y rígidos. Las más populares resultan ser las de tipo de palanca giratoria.

#### ACCESORIOS

Existen accesorios para tuberías del tipo de los que a continuación se mencionan:

- 1.- Secciones rígidas y flexibles de longitudes variables.
- 2.- Secciones curvas de tubos rígidos.
- 3.- Uniones giratorias y distribuidores rotatorios.
- 4.- Válvulas de seguridad para evitar el retroceso del flujo en las tuberías.
- 5.- Válvulas de cambio para enviar el caudal a otras tuberías.

- 6.- Dispositivos con conexiones para llenar las cimbras del fondo hacia arriba.
- 7.- Tablillas, rodillos y otros dispositivos para -- proteger el ducto al pasar sobre roca, concreto, acero reforzado, cimbras y también para propor-- cionar puntos de ligadura y elevación.
- 8.- Uniones extrafuertes para conducción vertical y para áreas peligrosas o inaccesibles.
- 9.- Conversiones para conectar diferentes calibres de tubos.
- 10.- Venteos para bombeo inclinado
- 11.- Equipo de limpieza.

Algunos fabricantes de bombas ofrecen plumas eléctricas o grúas especiales. Este equipo proporciona la fuerza de maniobra rápida y apropiada del tubo conductor del concreto, generalmente por medio de una manguera colgante. Estas unidades son especialmente útiles para columnas, muros y pequeños vaciados aislados.

## DATOS DE TUBERIAS PARA CONCRETO BOMBEADO

Diámetro del tubo, mm.	DE. 76.2 mm Cal. 14	DE. 102 mm Cal. 14	D.I. 102 mm	D.I. 127 mm	D.I. 154 mm	DE. 178 mm 3.97 mm	D.I. 203.2 mm	
Area de la sección transversal, cm <sup>2</sup>	41.4	75.5	81.3	126.0	183.0	126.0	324.0	
Tamaño máximo nominal del agregado, cm	Mezcla rica	2.5	2.5	3.8	5.1	5.1	5.6	7.6
	Mezcla pobre	1.9	1.9	2.5	3.8	3.8	5.1	7.6
Volumen de concreto por 30.5 m de tubo, m <sup>3</sup>	0.1	0.3	0.3	0.5	0.7	0.8	1.1	
Longitud de tubo por m <sup>3</sup> de concreto, m	191.0	102.0	95.5	61.0	41.8	33.9	23.8	
Peso del concreto por tramo de 31 m de tubo, ● kg	30.3	55.8	59.5	92.6	133.5	166.2	238	
Descarga, m <sup>3</sup> / hora para el promedio de velocidades indicados, m/seg. ●●	0.3	4.5	6.4	9.2	14.0	24.4	35.1	
	0.6	9.2	17.0	18.0	28.0	50.0	71.0	
	0.9	14.0	25.0	27.0	41.2	60.3	—	
	1.2	18.3	33.0	36.0	55.0	73.3	—	

● A 2400 kg/m<sup>3</sup>

●● Por fórmula hidráulica

DE. diámetro exterior

D.I. diámetro interior

## RESISIENCIA DE LA LINEA

Cuando el concreto se bombea a través de una sección de tubo o manguera recta, ésta se mueve como si fuese un cilindro sobre una delgada capa lubricante de mortero o lechada. En los cambios de dirección o en las secciones de cruce, siempre ocurre cierto re-mezclado. En todos los casos se requiere un mortero lubricante, el cual se obtiene iniciando el bombeo con la introducción de un mortero bien proporcionado o de una mezcla de concreto normal, sin agregado grueso. Este mortero se desperdicia, con excepción de la pequeña cantidad usada en el relleno de las juntas de construcción. Y de ningún modo se emplea en el colado.

Para las grandes líneas horizontales de 15 a 20 cm.  $0.4 \text{ m}^3$  de mortero lubricará aproximadamente 305 m. de la línea y la lubricación se mantendrá todo el tiempo que continúe el bombeo.

En las líneas verticales o en las más pequeñas, se requerirá menos cantidad de mortero. Cuando ocurre un cambio de dirección en la línea, se origina un aumento de resistencia al movimiento y un mayor desgaste, a causa de una disminución en el área de la sección transversal se produce una mayor velocidad y una mayor resistencia al movimiento en la línea.

La cara cortante del concreto en movimiento que cruza el concreto estacionario en una unión gemela en forma de "Y", aumentará la resistencia de la línea y la fuerza requerida. Para obtener la mínima resistencia en la línea, la distribución del sistema de tubos debe tener un número mínimo de codos sin alteraciones en el diámetro del tubo. Si es necesario usar dos dimensiones distintas de tubos, el de diámetro más pequeño debe emplearse al final de la bomba y el más grande al final de la descarga. Un manejo cuidadoso de la tubería durante su instalación, limpieza y desmontaje ayudará a disminuir la resistencia de la línea al evitar la formación de superficies ásperas, abolladuras en las secciones de los tubos y hendiduras en las uniones.

## - PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO BOMBEABLE -

### CONSIDERACIONES BASICAS

Aun cuando los ingredientes son los mismos, tanto en el caso de las mezclas bombeadas como en el de las que se han colocado a base de otros métodos, es esencial poner más atención en el control de calidad para el proporcionamiento y el uso de una mezcla bombeable segura.

La seguridad no depende solo del equipo y los operadores, sino que también está definitivamente asociada de principio a fin al control de todos los ingredientes de la mezcla, -- las operaciones del mezclado y colado, y al conocimiento y la experiencia de todo el personal.

Las mezclas de concreto para bombear deben ser plásticas.

Las mezclas ásperas no se bombean bien. Se debe prestar especial atención al mortero (cemento, arena y agua) y a las cantidades y tamaños de los agregados gruesos.

## AGREGADOS DE PESO NORMAL

### a). AGREGADOS GRUESOS PARA CONCRETO DE PESO NORMAL.

El tamaño máximo del agregado grueso anguloso es limitado a una tercera parte del diámetro interior más pequeño -- de la manguera o del tubo de acuerdo con la geometría simple -- de los agregados en forma cúbica. Para agregados bien redondeados, el tamaño máximo debe estar limitado al 40% del diámetro -- del tubo o la manguera. Se debe prevenir la eliminación de partículas del tamaño excesivo en el concreto, mediante la colocación de mallas o con una selección cuidadosa de agregados. La granulometría de los tamaños del agregado grueso deben satisfacer los requisitos del ASTM C 33 y ser lo más aproximada posible al régimen promedio. Puede ser necesario combinar y mezclar tamaños intermedios para producir una granulometría apropiada. Es mucho más conveniente mantener uniformidad granulométrica a lo largo de todas las tareas cotidianas que la que alcanzan ocasionalmente una graduación perfecta de sus ingredientes.

La forma del agregado grueso ya sea anguloso o redondeado, ejerce influencia sobre las proporciones de la mezcla, -- aun cuando ambas formas pueden bombearse satisfactoriamente. Las partículas angulares tienen un área de superficie más gran-

de por unidad de volumen en comparación con las partículas redondeadas, ello hace que se requiera relativamente más mortero para cubrir la superficie.

El tamaño máximo del agregado grueso afecta significativamente al volumen o cantidad del agregado grueso que pueda ser utilizado con eficiencia. La cantidad de agregado grueso - debe reducirse sustancialmente a medida que el tamaño máximo es más pequeño. A menudo se han experimentado dificultades con -- mezclas bombeables cuando se han usado una proporción demasiado grande de agregados, en un intento por economizar a base de reducir la cantidad del cemento. Tales mezclas son también más difíciles y costosas en el acabado.

**VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO DE PESO NORMAL POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO**

Tamaño Máximo del Agregado		Volumen de Agregado Grueso Varillado en Seco por Unidad de Volumen de Concreto para los Módulos de finura de la Arena Indicados.			
PULG.	mm.	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8	10	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2	13	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	19	0.66	0.64	0.62	0.60
1	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	38	0.75	0.73	0.71	0.69
2	51	0.78	0.76	0.74	0.72

**b) AGREGADOS FINOS PARA CONCRETO DE PESO NORMAL**

Las propiedades de los agregados finos o arenas juegan un papel mucho más importante en el proporcionamiento de -- mezclas bombeables que las de los agregados gruesos. Los agregados finos, junto con el cemento y el agua, proporcionan el -- mortero o fluido que conduce los sólidos o agregados gruesos en suspensión y de ésta forma se logra que una mezcla sea bombeable.

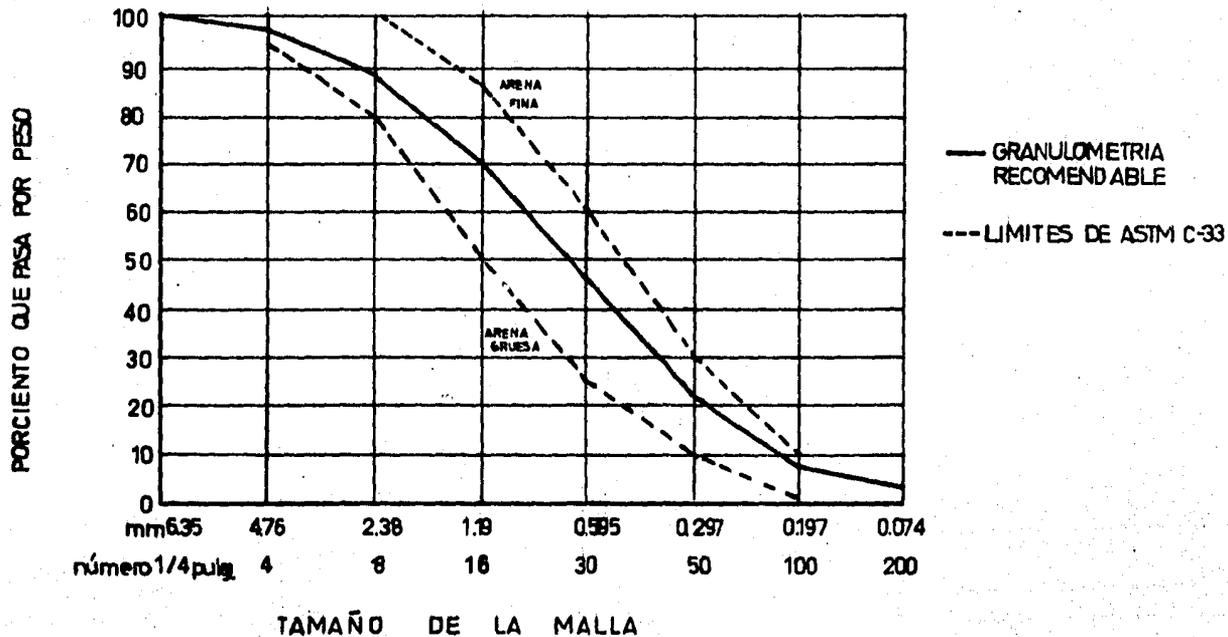
La graduación del agregado fino, que constituye todas las partículas que atraviesan la malla No. 4 (4.76 mm.), debe estar de acuerdo para los requisitos para la arena de ASTM - C 33. La experiencia nos indica que debemos prestar mayor atención a las partículas que atraviesan las mallas más finas.

En sistemas de tubos pequeños, menores de 150 mm. -- del 15 al 30% deben atravesar la malla No. 50, y del 5 al 10% la malla No. 100. Las arenas que son deficientes de cualquiera de estos dos tamaños de partículas deben mezclarse con arenas -- más finas seleccionadas a fin de obtener esos porcentajes deseados. Sin embargo el uso de una cantidad mayor que la señalada de partículas más finas requiere el uso de agua adicional, lo -- cual puede causar una concentración excesiva en detrimento de -- la resistencia.

Se puede determinar una indicación de la finura relativa de la arena a partir del módulo de finura. El módulo de finura de la arena que cumple con las especificaciones de graduación de ASTM C 33 estará entre 2.13 y 3.37 siendo el medio 2.75. Los valores más altos del módulo de finura indican los materiales más gruesos. La bombeabilidad de las mezclas generalmente pueden mejorarse reduciendo el valor del módulo de finura, en otras palabras con el uso de arenas más finas, las arenas cuyo módulo de finura oscila entre 2.40 y 3.00 son generalmente satisfactorias con tal de que los porcentajes que atraviesen las mallas No. 50 y No. 100 cumpla con los requisitos previamente mencionados. Puede suceder que los valores del módulo de finura por sí sólo sin estipulaciones de tamaños más finos, no produzcan resultados satisfactorios.

Con arenas más finas (valores más bajos del módulo de finura) se pueden utilizar mayores cantidades de agregado grueso tal como lo indica la tabla anterior. Debe de hacerse hincapié que para mantener la uniformidad el módulo de finura de la arena no debe variar más de 0.20 del valor promedio empleado en el proporcionamiento. En general esta tolerancia es aplicada en las especificaciones para el concreto convencional. Las arenas para concreto pueden obtenerse en depósitos naturales o pueden fabricarse mediante trituraciones y pulverización de materiales más gruesos hasta el tamaño deseado.

GRANULOMETRIA RECOMENDABLE PARA EL AGREGADO FINO  
DE PESO NORMAL (POR CIENTO QUE PASA)

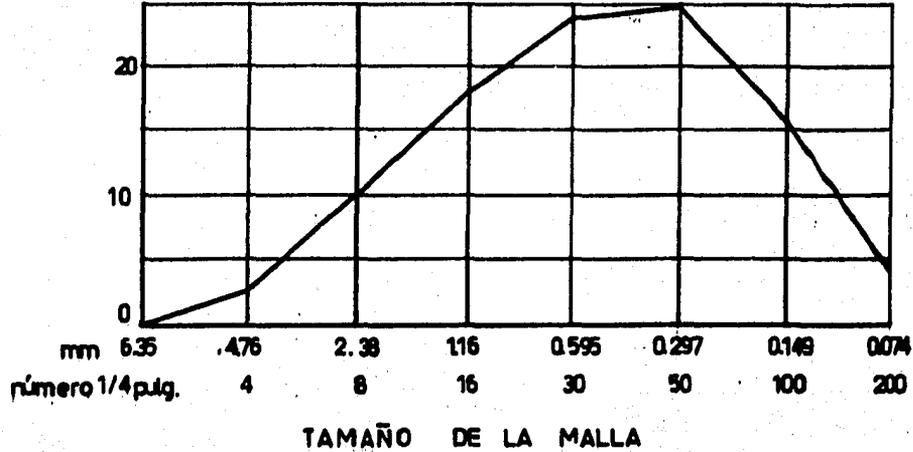


Las características del bombeo de estas arenas pueden variar pero parece ser que el módulo de finura es buen indicador de la aceptabilidad de cualquiera de ellas. Se debe evitar su - más o menos cualquier tamaño de partículas que la ASTM C 33 permitida de manera especial. En algunas ocasiones puede resultar más conveniente cambiar las fuentes de abastecimiento que recurrir al mezclado para corregir la deficiencia.

Se sugiere consultar la tabla anterior como guía para determinar las cantidades de agregado grueso que se pueden - combinar con la arena de diferentes valores en el módulo de finura. La reducción del agregado proporciona un margen de seguridad para las variaciones en la graduación de la arena y, a su vez, reduce las presiones del bombeo. Bajo buen control de calidad de los materiales y sistemas de líneas sencillas, esta reducción puede ser no necesaria.

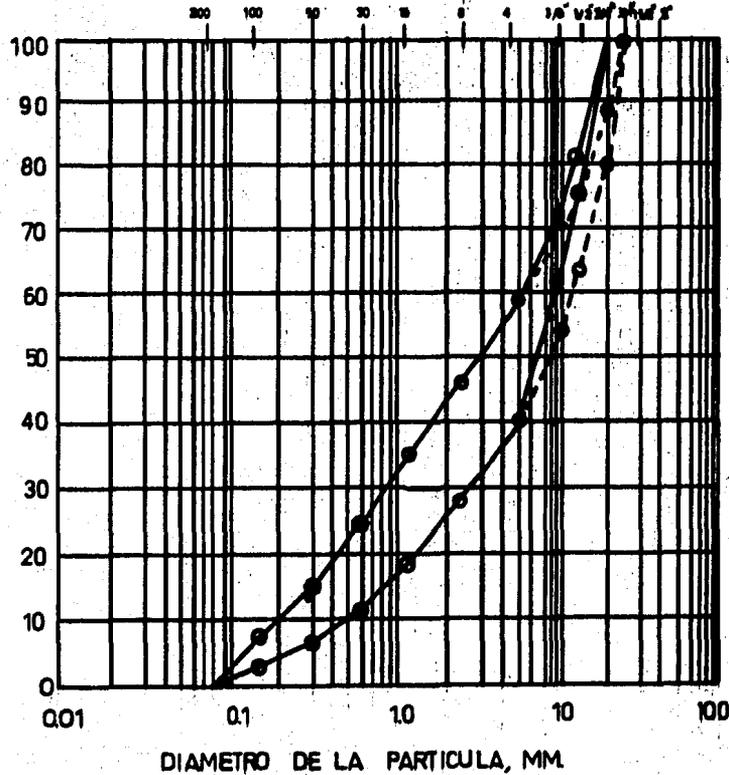
GRANULOMETRIA RECOMENDABLE DE AGREGADO FINO DE PESO  
NORMAL (FOR CIENTO INDIVIDUAL RETENIDO)

FOR CIENTO RETENIDO FOR  
PESO EN CADA MALLA



# GRANULOMETRIA RECOMENDABLE DE AGREGADOS COMBINADOS PARA AGREGADOS DE PESO NORMAL

FOR CIENTO MAS FINO POR PESO



--- ZONA DE TAMAÑO  
MAXIMO DE AGREGADOS  
DE 25 MM. (1 PULG.)

— ZONA DE TAMAÑO  
MAXIMO DE AGREGADOS  
DE 20 MM. (3/4 PULG.)

Se aconseja observar las curvas de trazo continuo de las siguientes figuras, como guía para seleccionar la arena adecuada.

En la primera figura se muestra el porcentaje que pasa los tamaños de cada malla junto con los límites ASTM mientras que en la segunda figura se presenta el porcentaje individual -- retenido en cada malla. Ambas curvas proporcionan la misma información, aun cuando en la práctica resulte imposible duplicar con exactitud esta graduación de arena. Las arenas que tienen la graduación más cercana al límite superior (arena fina) son más recomendables para el bombeo que aquellas que se aproximan al límite inferior (gruesa). El módulo de finura de este material compuesto es de 2.68 la granulometría cumple con las especificaciones ASTM C 33 y produce una curva suave, y los porcentajes que pasan las mallas No. 50 y No. 100 se ajustan bien en los límites prescritos.

c). **AGREGADOS COMBINADOS DE PESO NORMAL**

En la tercer figura están contenido los enlaces de la graduación de agregados combinados para los tamaños máximos de 19 mm. (3/4") y 25 mm (1"), que por experiencia han proporcionado concretos con mejores características de bombeo, aunque no se indique las curvas se pueden extender para tamaños máximos de agregado de 38 y 51 mm. 1 1/2" y 2".

Los valores que se sugieren en la tabla pueden emplearse ya sea para agregados gruesos redondeados como para angulosos. La cantidad de mortero que se requiere para mantener el mismo grado de bombeabilidad, dadas las diferencias en la forma y graduación de las partículas, es compensada automáticamente por las diferencias en el contenido de huecos en el material compactado en seco.

Se deben evitar los valores que vayan más allá del límite que marca la tabla, especialmente valores más altos del módulo de finura, en base a la experiencia con mezclas bombeables.

#### AGREGADOS LIGEROS

El agregado para concretos ligeros estructurales -- tiene muchas aplicaciones económicas así como ventajas en la construcción de edificios. Este material es particularmente adecuado en las construcciones de muchos pisos, el uso de bombas para colocarlo ha llegado a ser, en la mayoría de los casos, el camino más viable y deseado.

Los agregados ligeros generalmente poseen características de porosidad que los vuelve más ligeros y les permite absorber mayores cantidades de agua. Las tolerancias estableci-

das se indican en el ACI 211.2-69. La absorción bajo presiones atmosféricas puede variar en los distintos agregados porosos, - del 5 al 25% en peso. Esta absorción puede ser considerablemente mayor bajo las presiones ejercidas por el bombeo. Si la absorción se aumenta significativamente durante el bombeo, la pérdida del agua del mortero perjudica sus propiedades de fluido - así como la bombeabilidad del concreto. En consecuencia, para bombear concreto ligero es necesario presaturar suficientemente esos agregados, con objeto de compensar la excesiva dificultad que se origina durante la operación de bombeo. En el siguiente se hablará con más detalle de esta saturación.

a) PRE-SATURACION DE AGREGADOS PARA CONCRETO LIGERO

a.1). AGREGADOS GRUESOS.

En el bombeo es sumamente importante la saturación antes del mezclado de partículas del agregado grueso ligero, (note se que la pre-saturación no recomienda necesariamente para la colocación por otros métodos). La absorción total de los agregados bajo presión atmosférica aumenta con el tiempo, pero el índice de absorción de algunos agregados ligeros es muy rápida al principio y disminuye gradualmente hasta desaparecer. El agregado grueso ligero para bombeo debe presaturarse en montones o en tolvas antes de ser usado en el concreto. La experiencia ha demostrado -

que pueden ser necesario de dos o tres días de rociado, pero el tiempo requerido debe estar basado en una prueba adecuada en la experiencia sobre el agregado en particular que se usa. Esta pre-saturación puede efectuarse mediante el rociado apropiado para que penetre a todo el material, incluso el del fondo. Cuando aparece agua en la base del material debe suspenderse temporalmente el rociado, que habrá de reanudarse y repetirse varias veces con el objeto de suministrar más agua para la absorción adicional por un período de dos a tres días. El contenido de humedad de este material pre-saturado debe igualar, de preferencia, o exceder la absorción promedio de veinticuatro horas, según las pruebas hechas bajo normas ASTM. El agua libre debe dejarse escurrir de dos a cuatro horas antes de ser usadas en el concreto, con objeto de permitir un control uniforme del revenimiento.

Por lo general, es necesario modificar la mezcla para compensar la absorción adicional (o pérdida del revenimiento), que ocurre durante el bombeo. El revenimiento del concreto que circula por la bomba debe incrementarse, y el contenido del agregado grueso reducirse, algunas veces, hasta una tercera parte de la cantidad generalmente empleada en el concreto ligero colocado por métodos convencionales. Para mejorar más aun el bombeo se requiere una mayor cantidad de arena, algunas veces también es necesario emplear arenas más finas, agentes inclusores del aire, aditivos que reduzcan el agua y/o puzolanas. Se requiere más -

agua de la usual para lograr un revenimiento más alto, y compensar el aumento en superficie específica que representan las mayores cantidades de arenas y otras partículas finas, lo que viene a aumentar necesariamente el contenido de cemento para mantener constante una relación agua-cemento.

a.2) AGREGADOS FINOS.

La pre-saturación de agregados finos ligeros debe recibir la misma atención que los materiales gruesos ligeros. Si estos materiales finos son saturados en montón o en una tolva, es más difícil que el agua penetre a través de la masa o a toda la profundidad del material. No obstante, cada grano o partícula cuando llega a estar en contacto con el agua, alcanzará sus propiedades absorbentes por unidad de volumen mucho más rápido que las partículas gruesas. La pre-saturación ayuda a prevenir la segregación de partículas, pero la sobresaturación puede hacer desaparecer las partículas sumamente finas, las cuales son indispensables. Con este método la pre-saturación se lleva a cabo en cinco minutos, aproximadamente. Es probable que, al saturarse, el agregado ligero fino contenga la superficie húmeda junto con el agua absorbida.

Con objeto de controlar el revenimiento del concreto, se recomienda tomar las debidas precauciones con esta agua en -

la superficie. No obstante el total del agua (esto es, el agua de superficie y el agua absorbida), debe determinarse antes la operación de colocado por peso, a fin de asegurar que se coloca en el concreto el volumen absoluto de arena indicada.

### a.3) SATURACION AL VACIO

Recientemente se patentó un proceso para la saturación de agregados ligeros, que consiste en vaciar los agregados en un tanque y luego saturarles al vacío. La absorción de humedad con este proceso se realiza, completa, en un lapso de 45 minutos, y puede ser mayor por dos o tres veces en la absorción normal de - 24 horas.

Cuando se emplea en el concreto un agregado ligero saturado al vacío éste responde al bombeo en la misma forma que los agregados de peso normal. A causa de un grado de saturación relativamente alto, las partículas del agregado resisten la absorción posterior. Se deben emplear, por lo tanto, los mismos procedimientos recomendados para el aprovisionamiento de mezclas de bombeo de concreto de peso normal, las proporciones de agregado grueso indicadas en las tablas anteriores deben ser usadas con un margen adecuado para compensar la diferencia entre los volúmenes secos y sueltos y compactados en seco: incremento de los volúmenes - del compactado en seco aproximadamente un 10% para convertirlo a volúmenes de seco y suelto.

Las pruebas con este tipo de concreto indican una baja resistencia a la congelación y al deshielo, pero si se le --permite secarse durante varias semanas, su resistencia a la congelación y al deshielo se ve notablemente mejorada, por lo tanto, cuando se emplee este método para el concreto sometido a ciclos de congelación y deshielo, se deben tomar las debidas precauciones que aseguren un período adecuado de secado, si esto --no es posible, deben emplearse otros métodos de acondicionamiento de agregados o de colocación del concreto.

#### a.4) SATURACION TERMICA

Otro proceso para pre-saturar agregados ligeros que ha tenido éxito en algunas plantas de producción de agregados ligeros, consiste en sumergir agregado caliente en agua. A --fin de evitar un "shock" térmico y un posible daño al agregado, se puede determinar por adelantado, en cualquier agregado específico, la óptima combinación de temperaturas del agua del agregado. Este proceso es aplicable particularmente en plan--tas con equipo de enfriamiento mecánico, tales como los enfriadores giratorios. La absorción de humedad mediante este proceso puede ser equivalente al procesamiento por vacfo. Dada la cantidad limitada de datos disponibles sobre la resistencia a la congelación y al deshielo del concreto hecho con agregado --procesado en esta forma, se recomienda tomar las mismas medidas

de precaución en el secado que se usan con el concreto que contiene un agregado saturado al vacío.

#### b). AGREGADOS GRUESOS LIGEROS

La granulometría de los agregados gruesos ligeros debe quedar dentro de los límites especificados en ASTM C 330. El tamaño máximo de las partículas estará regido no solamente por el diámetro del tubo, sino también por los tamaños disponibles -- procedentes del productor de agregados. La mayoría de los productores de agregados ligeros podrán contar con tamaños máximos, ya sea de 12.7 a 19.1 mm ó de ambos. Se debe consultar al productor de agregados para obtener sugerencias y recomendaciones -- sobre éste y todos los aspectos del aprovisionamiento. Es importante mencionar que los agregados ligeros pueden tener fluctuaciones en su peso unitario. Dichas variaciones están permitidas por las especificaciones de ASTM C 330. Estos cambios que sufre el peso unitario pueden deberse a las características de dilatación de la materia prima, a cambios en la granulometría, en el contenido de humedad, o en una combinación de los tres casos. Son obligatorios los ajustes en los pesos de la mezcla para compensar esos cambios y mantener consistentes los volúmenes absolutos de agregados. El proporcionar agregados gruesos ligeros por volumen más que por peso es otro método bien establecido -- que se emplea para mantener consistencia en el rendimiento volu

métrico del concreto.

Dependiendo del método de producción, los agregados pueden tener una superficie exterior cubierta o descubierta. Estas también pueden ser partículas con forma angulosa o redondeada. En todo caso, deben hacerse arreglos adecuados para la forma y textura de la superficie de las partículas, a fin de poder manejar cualquier tipo de agregado ligero en una mezcla de bombeo. Estos arreglos se hacen mediante ligeros cambios en la relación entre el mortero y el agregado grueso.

En algunas localidades, los agregados gruesos ligeros más grandes que la malla No. 4 (5 mm), se producen en dos fracciones separadas. Esos dos tamaños deben cambiarse (de preferencia en la planta de mezclado), con objeto de producir una combinación de agregados gruesos que satisfaga las especificaciones de granulometría corriente de ASTM C 330. Debe mantenerse cuidadosamente la uniformidad de la granulometría de una tanda a otra ya que las fluctuaciones afectarán el grado de bombeabilidad del concreto.

#### c) AGREGADOS FINOS LIGEROS

La granulometría de agregados finos ligeros debe estar dentro de los límites especificados en ASTM C 330. Asimismo

mo, es muy importante prestar particular atención a las proporciones muy finas. De 20 a 35% deben pasar de la malla No. 50 - (0.297 mm) y de 10 a 20% la malla No.100 (0.149 mm). Si los agregados finos ligeros son deficientes en estos tamaños, lo que podrá mejorar la bombeabilidad será algún aditivo o mezcla, tales como la punzolana o polvo de roca agregados en una cantidad aproximada a la deficiencia.

En algunas ocasiones es posible mezclar el agregado fino con arenas naturales, práctica que implica tomar algunas consideraciones. Al reemplazar los agregados finos ligeros por arenas naturales se puede mejorar la granulometría total de los agregados finos combinados, pero también, adversamente puede aumentar el peso de la mezcla final del concreto. No obstante, los efectos adversos de peso, pueden reducirse mediante el uso de cantidades relativamente pequeñas de arenas naturales muy finas, siempre y cuando esta combinación dé como resultado una granulometría mejorada. Aun cuando la bombeabilidad de una mezcla puede dificultarse por la adición de menos de 50 a menos de 200 fracciones de malla de arena, también se debe recordar que un aumento demasiado grande en estas fracciones muy finas, requerirá mayores cantidades de agua de mezclado, la cual disminuye la resistencia y aumenta la contracción del secado.

El módulo de finura del agregado fino ligero requie-

re de algunas aclaraciones adicionales, además de las ya presentadas con anterioridad sobre el módulo de finura para la arena natural.

En los agregados de peso normal, las densidades específicas de las fracciones retenidas en los diferentes tamaños de malla son casi iguales. Los porcentajes retenidos en cada tamaño indicado en peso proporcionan también una indicación verdadera de los porcentajes en volumen. No obstante, la densidad específica de las distintas fracciones del agregado ligero aumenta a medida que disminuye el tamaño de la partícula. Algunas partículas del agregado grueso pueden flotar en el agua, mientras que el material que atraviesa la malla No. 100 (0.15 mm), puede tener una densidad específica aproximadamente igual a la de la arena natural. Es el volumen ocupado por cada fracción, y no el peso del material retenido en las mallas, lo que determina el contenido de los vacíos y el contenido lechoso, y su influencia en trabajabilidad del concreto. Los porcentajes retenidos en cada malla y el módulo de finura en peso y en volumen, fueron computados, para compararlos en el ejemplo de las tablas anteriores.

Los agregados ligeros requieren un porcentaje más alto de material retenido en los tamaños más finos en las mallas - en base a su peso, que los agregados de peso normal, a fin de proporcionar una mejor distribución de tamaños por volumen.

Debido a lo poco práctico que es calcular el módulo de finura de los agregados finos ligeros por volumen, se sugiere que éste se represente en base al peso, igual que la arena de peso normal. Si se permite una diferencia arbitraria de 0.20 en el módulo de finura para el agregado ligero son ahora de 2.20 a 2.80 en comparación con los valores previamente mencionados de 2.40 a 3.00 para la arena natural. Hasta hoy la experiencia no indica la necesidad de una exactitud mayor. Si se mezclase arena natural con agregados finos ligeros el módulo de finura combinado que se calcule por peso debe quedar dentro de los límites del 2.20 a 2.80.

#### c). AGREGADOS LIGEROS COMBINADOS

El proporcionamiento de agregados finos y gruesos para producir concreto ligero bombeable es, probablemente, un arte y una ciencia, por lo que se debe tener confianza en la experiencia del productor de agregados. En muchas áreas solo se puede disponer de una selección limitada de materiales, de tal manera que para lograr mejores resultados será preciso importar otros productos suplementarios. Por ejemplo, un material puzolánico puede emplearse con éxito como suplemento de agregado fino; en otros casos las mezclas ligeras se diseñan con el 100% de arena de peso normal. Los materiales puzolánicos en las proporciones que generalmente se emplean para mejorar la granulometría no --

tiene un efecto importante en el peso unitario del concreto.

Las diferencias en la forma de la partícula, en la granulometría, en las características de la superficie, en los contenidos de vacíos y en el grado de pre-saturación, pueden cada una influir en el volumen óptimo de agregados gruesos para un mortero en particular. Hay que hacer hincapié que estas sugerencias son basadas únicamente en la experiencia y que pueden variar hasta un 10% más o menos en relación a tales valores según las condiciones locales, así como, respecto a su empleo en las bombas específicas.

#### AGUA Y REVENIMIENTO

Los requisitos de agua y control de revenimiento para las mezclas bombeables de concreto normal estarán interrelacionadas y son consideraciones sumamente importantes.

La cantidad de agua empleada en una mezcla ejerce gran influencia en la resistencia y durabilidad (para una cantidad de cemento dada) y también afecta el revenimiento por trabajabilidad.

Los requisitos del agua de mezclado varían para los distintos tamaños máximo de agregado, así como en los diferentes revenimientos. En ACI211.1-70 se incluye una tabla que indica la cantidad aproximada de agua para las diversas condiciones del concre-

to, tanto sin aire incluido como con el. Hay que insistir en - que esos valores son sólo aproximados y que pueden necesitar algunos cambios debido a la cantidad o finura de las arenas o a la cantidad de aditivos sustitutos del cemento u otros materiales especiales que se emplean en el concreto.

El total de agua que se requiere en el concreto ligero será diferente al de las mezclas de peso normal, debido a las diferencias en las propiedades absorbentes de los agregados. Si el total de agua en una mezcla de peso ligero se divide en dos segmentos (esto es, en agua "activa" y agua "absorbida ") se simplifican todas estas consideraciones. El agua activa establecerá el revenimiento y tendrá una influencia directa sobre la relación agua-cemento. El agua absorbida será retenida dentro de -- las partículas ligeras y no cambiará el volumen desplazado de las partículas en la mezcla. Así pues el agua absorbida no afectará la calidad de la pasta.

Los requisitos del agua activa en el concreto de peso ligero son aproximadamente los mismos que los de una mezcla similar de concreto de peso normal. El agua absorbida variará como ya se dijo y para disminuir esta variación se ha insistido en la pre-saturación. La absorción adicional provocada por presiones de bombeo será analizada por el control del revenimiento.

Tanto al determinar el revenimiento óptimo de una mezcla de bombeo como mantener el control de ese mismo revenimiento durante el curso de ese trabajo.

La experiencia nos indica que los revenimientos inferiores a 5 cm. son poco prácticos para el bombeo y que hay que evitar los revenimientos superiores a 15 cm. En mezclas con revenimiento alto el agregado se segrega del mortero y la pasta y puede bloquear las líneas del bombeo. Las mezclas de masiado húmedas también manifiestan un excesivo sangrado y -- una contracción incesante. "Es mucho más importante obtener una mezcla verdaderamente plástica mediante un proceso de proporcionamiento adecuado que intentar vencer las deficiencias -- agregando más agua". La mayor parte de los operadores de bombas saben que agregar excesiva agua a la tolva de la bomba -- crea más problemas que los que resuelve.

Por diversas razones, el revenimiento del concreto puede estar sujeto a cambios entre el mezclado inicial y el vaciado final. Algunos son variaciones en el tiempo de fraguado del cemento debidas a las propiedades físicas o químicas, otros son variaciones en la temperatura del medio ambiente o en la -- temperatura de la mezcla del concreto durante el mezclado y el bombeo, variaciones en el comportamiento de los aditivos tales como los acelerantes y agentes inclusores de aire y otros son variaciones en los requisitos de agua y en las capacidades de

absorción tanto de los agregados ligeros como los agregados de peso normal.

Si el concreto de peso ligero ocurre una absorción adicional durante el mezclado en el camión, la mezcla debe llevarse a un revenimiento admisible mediante la adición de una cantidad extra del agua para compensar la que fue absorbida. Esta práctica no significa que la resistencia básica se verá reducida, ya que las proporciones originales fueron pronosticadas sobre una cantidad suficiente de agua "activa" con el objeto de producir la resistencia deseada con ese revenimiento. Cuando ocurre una pérdida de revenimiento en las mezclas ligeras entre la bomba y la manguera de descarga, esa pérdida puede deberse a una mayor absorción del agregado bajo presión. Esto puede originarse en una pre-saturación insuficiente de los agregados ligeros, a un exceso de agregado grueso en la mezcla de bombeo, a presiones de bombas normalmente altas, o a una combinación de estos casos, además de otras causas menos obvias. Si el revenimiento en la manguera de descarga se puede mantener -- dentro de los límites que marca la especificación puede ser correcto para el concreto entrar a la bomba con un revenimiento más alto, siempre y cuando, como se dijo anteriormente el cambio se deba a una absorción del agregado.

## CONTENIDO DE CEMENTO

Para determinar el contenido de cemento para una mezcla de bombeo de peso normal deben seguirse las mismas especificaciones básicas que se emplean en el concreto colocado por métodos convencionales. La relación específica agua-cemento puede establecerse en base a las condiciones de exposición, altos requisitos de resistencia, o factor mínimo de cemento, cualquiera que rija. Esto se expone prolijamente en ACI211.1-70. Debido a los índices ligeramente más altos en el revenimiento, y a las relaciones ya mencionadas de los agregados finos a los agregados gruesos, las mezclas de bombeo pueden requerir un aumento en la cantidad de cemento, por encima de los usados en el concreto colocado por métodos convencionales.

Los contenidos de cemento para concretos ligeros de bombeo siguen las mismas especificaciones generales que se incluyen en ACI211.2-69, para el concreto ligero colocado por métodos convencionales. Se recomienda consultar al productor de agregados ligeros sobre los requisitos del contenido de cemento con objeto de que sus materiales especiales satisfagan las resistencias buscadas entendiéndose que las mezclas ligeras de bombeo que utilizan relaciones más altas entre agregados finos y agregados gruesos o revenimientos más altos pueden necesitar un ajuste ascendente en los contenidos de cemento. Al determinar el contenido de cemento para mezclas de prueba de peso ligero o de peso normal, -

vale la pena recordar la necesidad de obtener un proporcionamiento de sobre resistencia en el laboratorio, de tal forma que se pueda salvar las variaciones de campo que originan resistencias muy reducidas. Esta observación puede requerir un conocimiento de las capacidades de la bomba y de sus operados ya que de lo contrario serían necesarios algunos factores de seguridad opcional que podrían originar sobre costos.

El uso de cantidades extra de cemento como la única solución para corregir las dificultades del bombeo es una medida antieconómica de muy poca visión, es mucho más deseable así como económico corregir desde un principio cualquier deficiencia en los agregados, especialmente en la arena. Con agregados finos y gruesos bien graduados y correctamente combinados los factores del para mezclas de bombeo son aproximadamente iguales a los que se emplean en el concreto colocado por métodos convencionales.

#### ADITIVOS

Cualquier aditivo que aumente la operabilidad tanto en concreto de peso ligero como de peso normal, generalmente mejora la adaptación al bombeo. La elección del aditivo y las ventajas obtenidas por su uso en concretos bombeados dependerán de las características de la mezcla de bombeo. Cuando se elige

un aditivo para que ayude al bombeo del concreto, se puede proporcionar una lubricación adicional, y a su vez reducir la segregación y el sangrado.

Los aditivos que se usan para mejorar la adaptación al bombeo, generalmente se clasifican en:

Aditivos reductores de agua

Aditivos inclusores de aire

Aditivos minerales finamente divididos.

El primer beneficio que se deriva del uso de aditivos reductores de agua, es una disminución en los requerimientos de agua con un revenimiento constante, o un aumento en el revenimiento con una relación de agua-cemento constante. Algunos pueden estar diseñados para no tener efectos aparentes en el tiempo de fraguado, otros para lograr grados diversos de aceleración o retardo en proporción al endurecimiento de la mezcla, algunos de éstos materiales pueden tener agentes inclusores de aire. La mayor parte de los aditivos reductores de agua aumenta las propiedades de inclusión de aire tanto del cemento con inclusores de aire como de los puros aditivos inclusores de aire y también incrementa la adaptación al bombeo de la mezcla del concreto.

Los aditivos inclusores de aire pueden alterar mate--

rialmente las propiedades tanto del concreto endurecido como del concreto fresco. El concreto con inclusores de aire es considerablemente más plástico y manejable que el concreto sin inclusores de aire. Se puede bombear con menor segregación del agregado grueso y hay menos tendencia al sangrado del concreto. Generalmente es más fácil comenzar de nuevo el bombeo después de una interrupción si se usan mezclas que contienen inclusores de aire, que con aquellas que no lo contienen, debido a un sangrado reducido. Algunas veces el sangrado provoca una falta de lubricación la cual tiende a bloquear el flujo.

El Comité de ACI proporciona los límites del contenido de aire para la durabilidad que se requiere según el tamaño máximo del agregado. Para el concreto bombeado estos límites se deben obtener en el sitio de colocación de la estructura. Cuando sea posible y de acuerdo siempre con los límites recomendados para la durabilidad requerida, se debe preferir una proporción de contenido de aire del 3 a 5% ya que mayores proporciones disminuyen la capacidad de entrega de los sistemas de bombeo debido al incremento en la compresibilidad del concreto.

Los aditivos inclusores de aire deben cumplir con los requisitos del ASTM C 260.

Los aditivos minerales molidos finamente se clasifi-

can en tres tipos:

1.- Materiales químicos relativamente inertes. En este tipo se incluyen materiales tales como la caliza, cuarzo y cal hidratada.

2.- Materiales cementantes. En este tipo se incluyen el cemento natural, escoria granulada de acero de alto - horno, cal hidratada y cementos de escoria.

3.- Puzolanas. Ejemplos de materiales puzolánicos son: Ceniza volcánica, tierra, diatomacia, vidrio volcánico y algunas pizarras o arcillas tratadas térmicamente.

Mucho de estos materiales contienen partículas pequeñas, tanto o más pequeñas que las del cemento Portland. Muchos tienen efectos benéficos sobre la mezcla de concreto, debido a que la forma de las partículas es esférica y la textura de la superficie es densa y lisa.

En las mezclas de concreto deficientes en agregado fino, el hecho de agregar un aditivo mineral finamente dividido, el mineral mejora la manejabilidad, el bombeo, reduce la velocidad y la cantidad de sangrado, y aumenta la resistencia. El efecto sobre la resistencia depende del tipo de aditivo mineral

empleado, de las condiciones bajo las cuales se cura el concreto y de la cantidad de aditivo usado.

Los polímeros solubles en agua obtenidos a partir de derivados de la celulosa han sido empleados en grado limitado - como aditivos en la mezcla de bombeo. Pequeñas cantidades de - ésto polímeros (de 60 a 150 gm<sup>3</sup>) aumenta la viscosidad de agua de mezclado y reduce la resistencia a la fricción del flujo y - el sangrado en la tubería.

Las mezclas de prueba destinadas al bombeo deben estar preparadas y probadas en un laboratorio de acuerdo con todas las normas ASTM aplicables. Los ingredientes particularmente los agregados finos y gruesos, deben ser chequeados no solamente de acuerdo a las especificaciones del ASTM, sino también en conformidad con las propiedades deseadas previamente descritas.

Las pruebas, proporcionamientos y colados del laboratorio han llegado a ser procedimientos de rutina en la producción de concreto de buena calidad. Los especímenes se moldean y se prueban con equipo normal de laboratorio a fin de asegurar la resistencia especificada, el peso unitario y otras propiedades físicas requeridas. No existe sin embargo, un aparato de laboratorio o una pieza exacta de equipo disponible para probar la adaptación al bombeo de una mezcla en el laboratorio. Ninguna -

mezcla debe ser aceptada para usarse en un trabajo de bombeo si no se ha completado la prueba bajo condiciones de campo.

La prueba de una mezcla de bombeo significa, de principio a fin una duplicación en las condiciones de trabajo. La carga y el mezclado en el camión deben ser los mismos que cuando el concreto es usado, empleando la misma bomba y debiendo estar presente el mismo operador, y las distribuciones de mangueras y tubos deben reflejar la altura y distancias máximas consideradas. El uso previo de una mezcla en un trabajo anterior -- puede proporcionar evidencia de su adaptación al, pero solo si las condiciones se duplican. Sin embargo los cambios en la mezcla misma, los ingredientes, el abastecedor de concreto pre-mezclado, la bomba y sus operados, la altura, la longitud de línea, pueden afectar el resultado.

Una prueba de bombeo de campo a escala total, puede muy bien compensar tiempo, esfuerzo y costo. Una prueba semejante no solo aportará confianza en el alcance de la obra sino que puede generar asimismo nuevas ideas para lograr mayor eficiencia y economía.

## **ANALISIS DE PRECIOS Y RENDIMIENTOS A DIFERENTES ALTURAS**

MÁQUINA **BOMBA DE CONCRETO MECRA** MODELO **MECRA - 600**

CAPACIDAD **38-45 m<sup>3</sup>/hr** DATOS ADICIONALES **DIET. VENT 60 H**  
**DIET. HOR 375 =**

**DATOS GENERALES:** **CON ACCESORIOS**

- 1) Fecha de adq. **April 1984** 6) Valor Inicial (Vr) **20% 1,754,700** Coef. Almacén (Co) **0.01**  
 2) Precio Adq. **5,875,500.00** 7) Vida Económica (Vd) **20,000** hrs 12) Fact. de Mant (G) **0.9**  
 3) Equipo Adi. \$ **817.50** 8) Lit. de Mant. (M) **75%** 13) Motor **de 98** H.P.  
 4) Llantas \$ **9** liras. por lita (L) **8000** 14) Fac. Operación **14**  
 5) Val. Inicial (Va) **5,875,500.00** P. Anual Seguro (n) **0.08** 15) Potencia Opo. **98** H.P.

**I. CARGOS FIJOS.**

- a) DEPRECIACION:  $D = (Va - Vc) / Vd =$  **\$ 246.96 /Hr.**  
 b) INVERSION:  $I = (Va + Vr) / 2 \text{ liras} =$  **\$ 1072.57 /Hr.**  
 c) SEGUROS:  $S = (Va + Vr) \cdot n / 2 \text{ liras} =$  **\$ 38.06 /Hr.**  
 d) ALMACENAJE:  $A = Ka \cdot X \cdot D =$  **\$ 3.46 /Hr.**  
 e) MANTENIMIENTO:  $T = Q \cdot X \cdot D =$  **\$ 319.85 /Hr.**

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA = **\$ 899.17 /Hr.**

**II. CARGOS POR CONSUMO**

- a) COMBUSTIBLE E:  $C \times Pc$  (C es la cantidad de combustible por hora, y Pc al prec. del combustible):  
 DIESEL:  $E1 = 0.1514 \times 98 \text{ HP.ap.} \times \$ 36.00 /\text{lira} =$  **\$ 517.60 /Hr.**  
 GASOLINA:  $E2 = 0.2271 \times 98 \text{ HP.ap.} \times \$ /\text{lira} =$  **\$ /Hr.**  
 b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA:  $0.746 \times \text{H.P.} \times \$ /\text{kw/hr.} =$  **\$ /Hr.**  
 c) LUBRICANTES L:  $a \times M$  (a es la mant. de aceite por h. y M el prec. aceite).  
 CAPACIDAD CARTEN C: **6.6** ltrs. Cambios aceite:  $t = 100$  horas.

$0.0035$   
 $C = C/c + 0.0030 \times 98 \text{ HP.ap.} = 0.408 \text{ ltrs./hora.}$   
 $L = 0.408 \text{ ltrs./hora} \times \$ 296.00 /\text{lira} =$  **\$ 119.80 /Hr.**

d) Llantas Ll =  $Vll$  (valor Llantas) /  $llv$  (vida económica en hrs.) = **\$ /Hr.**

c) Otros consumos: **GRASAS** = **\$ 55.60 /Hr.**

**SALARIO BASE + PHOTO CONSUMO POR HORA:** **\$ 550.07 /Hr.**

**III. CARGOS POR OPERACION**

**SALARIO REAL**

OPERADOR DE BOMBA **\$ 755.00** \$ **1.8882** **\$ 1197.60**  
 FICHA **\$ 600.00** \$ **1.6344** **\$ 1111.60**  
 FICHA **\$ 600.00** \$ **1.6344** **\$ 1111.60**  
 Salario/Turno promedio:  $S =$  **\$ 3490.40**  
 Horas/Turno promedio:  $H = 8.6$  horas  $\times$  **\$ 3490.40** (Fact. de op. de operación)  
 horas.

Operación:  $O = S \cdot H = 3490.40 / 8.6 =$  **\$ 405.85 /Hr.**

SUMA CARGOS OPERACION POR HORA: **\$ /Hr.**  
 COSTO HORA MANTENIMIENTO DIRECTO (H. M. D.): **\$ 5762.06 /Hr.**

## CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LA "BOMBA DE CONCRETO"

Para este método no tomaremos un cálculo, si no que tomaremos los -  
los datos que nos da el fabricante de la bomba .

Nos dice que tiene un rendimiento de  $38 - 45 \text{ m}^3/\text{hr}$  una distancia-  
vertical de 60 Mts y distancia horizontal de 375 Mts .

Para comparación con los otros métodos ocuparemos el de  $38 \text{ M}^3/\text{Hr}$  -  
Que pasando las Horas a minutos tenemos  $0.63 \text{ M}^3/\text{Min}$  .

## **CAPITULO QUINTO**

### **COLOCACION DEL CONCRETO POR MEDIO DE GRUA TORRE**

## - TIPOS DE GRUAS TORRE -

La concepción y desarrollo de las grúas torre en Europa ha proporcionado a la industria de la construcción una de las más significativas maquinarias de planta. Inicialmente utilizada en la ingeniería de la construcción y estructural, - de hecho se ha convertido en el símbolo de tal trabajo, la grúa torre se ha desarrollado en tamaño y capacidad al grado que -- ahora funciona adecuadamente sobre una amplia gama de trabajos pesados de ingeniería civil.

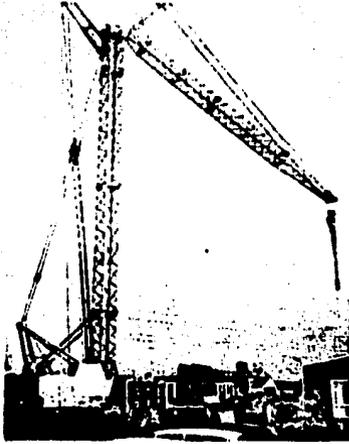
La grúa torre es una máquina de uso general en la planta y frecuentemente distribuye otros materiales, particularmente el concreto.

### 1. TIPOS BASICOS

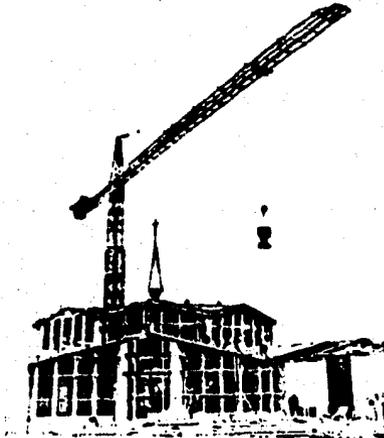
Las grúas torre caen en un número definido de tipos, sin embargo, antes de considerar cuales son éstos, se debe decir algo acerca de los postes de las grúas torre o torres. Ciertos tipos de grúas, son capaces de convertirse en lo que algunas veces se ha llamado grúas poste. Un poste vertical o torre se coloca en la clavija al pie de la pluma del modelo standard y se afianza convenientemente. Para esto, a un nivel alto, se añade la pluma en funcionamiento y se obtiene la variación de -

radio, en la mayoría de los casos, por medio de amantillar la pluma (Fig. 1). En estas circunstancias sería claro que el giro toma lugar en la base y el poste y la pluma giran conjuntamente.

La verdadera grúa torre puede también tener un poste y una pluma, los cuales giran en el nivel de base, pero la mayoría de las grúas torre modernas están provistas con torres fijas sobre las cuales el montaje de la pluma gira a niveles altos. (Fig. 2).



**FIGURA No. 1**  
**GRUA DE POSTE MONTADA SOBRE UNA ORUGA**



**FIGURA No. 2**  
**GRUA TORRE CON TORRE ESTATICA**

Una publicación reciente examina estas variaciones en detalle y compara las características de operación con otros tipos de grúas disponibles.

Dentro del contexto de este trabajo tanto el poste - como las grúas torre se referirán por la designación posterior ya que comúnmente los constructores lo hacen al igual que los contratistas.

Tomando en consideración lo anterior, las grúas torre se pueden ahora examinar en divisiones de tipo fundamental.

Estas son:

- a) torre estática, montada sobre rieles.
- b) torre estática, con base estática
- c) torre estática, grúas trepadoras
- d) torre giratoria, montada sobre rieles
- e) torre giratoria, montada sobre un camión
- f) torre giratoria, montada sobre un tractor oruga
- g) torre giratoria, montada sobre ruedas.

Cada uno de los tipos antes señalados tiene características particulares que por su propia naturaleza, proporcionan ventajas en circunstancias apropiadas.

Los tres primeros tipos son aquellos que se utilizan

comúnmente en trabajos que requieren el movimiento y distribución de concreto. En un tiempo, el cuarto modelo mencionado -- torre giratoria, montada sobre rieles fue extremadamente común, pero ahora está decayendo en uso por una serie de razones.

- a) Con una torre giratoria no es posible una ligadura al edificio y por lo tanto, tiene una altura limitada de operación.
- b) El radio del extremo es grande y se le tiene que proporcionar un espacio adecuado.
- c) Están asociadas con plumas de amantillar que están también sobre el declive.

En el total enlistado, las versiones de torres giratorias montadas sobre carros de plataforma son, en general, con versiones de grúas con centro de giro bajo estándar y como tales, son principalmente de valor para uso a corto tiempo --generalmente no se utilizan para la distribución de concreto. Los tipos de torres montadas sobre tractor oruga, se han desarrollado, principalmente, para el uso de la construcción de edificios industrializados y prefabricados, al tener versiones como la grúa torre giratoria montada sobre carro plataforma y la torre giratoria -- montada sobre ruedas.

Mientras que cualquiera de estas versiones puede ser utilizada para la distribución de concreto, los porcentajes de

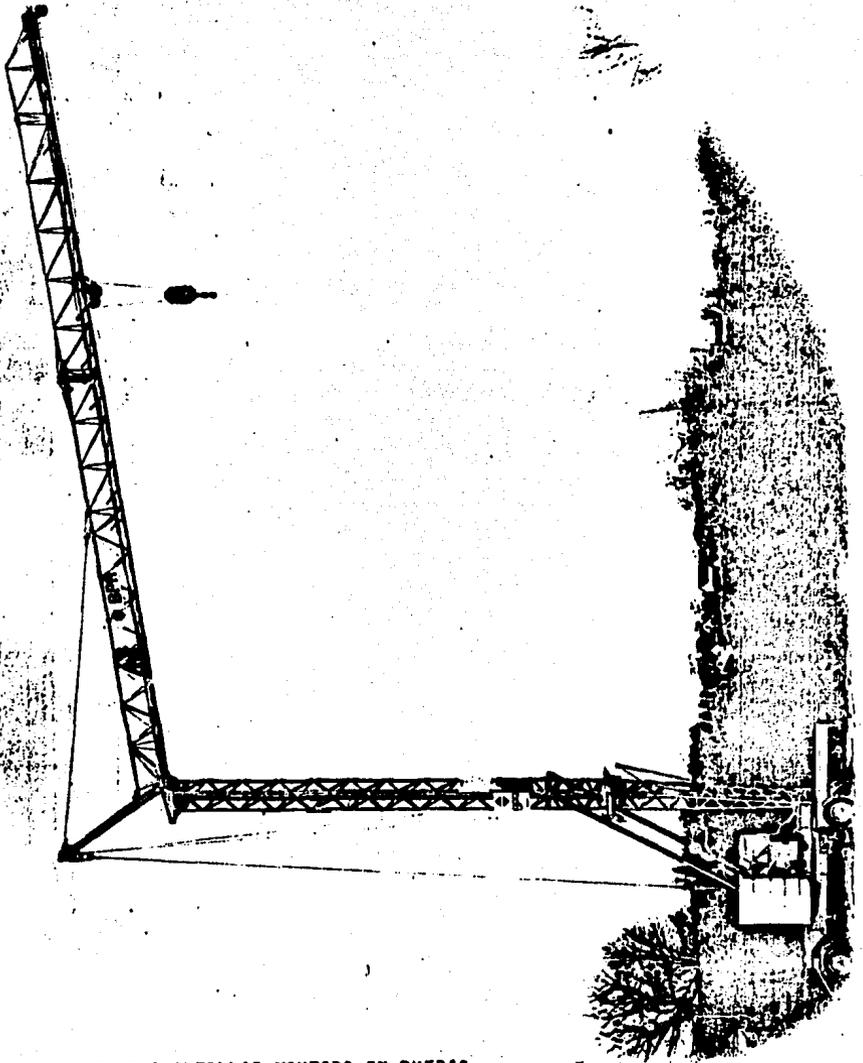
empleo, generalmente son altos comparados con los primeros cuatro tipos mencionados o excavadora y las plumas de la torre montada sobre carro plataforma.

Por lo tanto, económicamente, su uso para los trabajos de concreto, se justifica sólo en circunstancias especiales.

En este capítulo, el énfasis se concentra sobre los cuatro primeros tipos con un ejemplo para ilustrar cómo, en una serie particular de circunstancias, una torre montada sobre tractor oruga, se utilizó para aprovechar la distribución del concreto.

## 2. TIPOS DE PLUMAS

Todas las grúas torre utilizan uno u otro de los dos tipos de pluma y algunos modelos proporcionan una calidad de intercambiable. Estos dos tipos son plumas de amantillar y horizontales. Las plumas de amantillar giran en el plano vertical, para lograr variación en el radio de gancho. Las plumas horizontales, por otra parte, tienen un pescante horizontal permanente sobre el cual se instala una polea sosteniendo el gancho. El radio de operación se altera por el movimiento de la polea junto con la pluma.



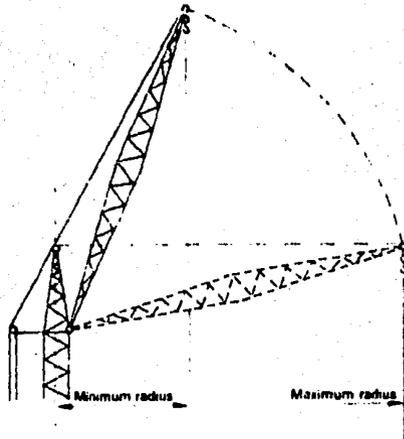
GRUA DE AMANTILLAR MONTADA EN RUEDAS

La referencia a la Fig. 3 ilustrará más claramente esta distinción. En cuestión de operación, las siguientes diferencias entre las dos con las de mayor importancia.

- a) Las plumas de amantillar tienen un mínimo más grande de radio de trabajo que las plumas horizontales aunque por lo menos, un modelo de grúa con pluma de amantillar se ha diseñado para contrarrestar esta desventaja general.
- b) Si los dos tipos de una clase dada levantaran la misma carga en un radio máximo, la pluma horizontal, en general, una capacidad de levantamiento de máximo menor que el de la pluma de amantillar.
- c) Con excepción de los radios máximos, los tipos de pluma de amantillar tienen una cuerda más grande del ascensor de -- carga y está a una altura más grande que las versiones horizontales. Por lo tanto pueden ser más susceptibles a la -- acción del viento y en consecuencia a demoras.
- d) Las plumas horizontales generalmente proporcionan un control mejor de operación y movimientos tridimensionales más rápidos, con menos rebotes en la cuerda del ascensor de carga.

La grúa torre con plumas de amantillar fueron primeramente fabricadas en Alemania un desarrollo horizontal paralelo tomaba lugar en Francia. En la actualidad, de los más numerosos en uso -la torre estática montada sobre rieles, la base estática

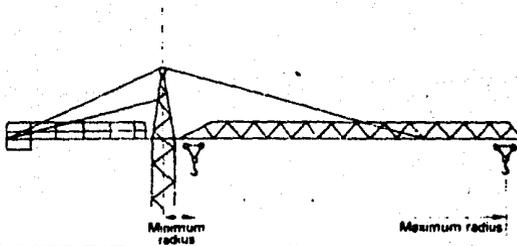
y las grúas trepadoras- la mayoría adoptan el ajuste de la pluma horizontal. Mientras que los reglamentos alemanes originalmente requerían que las grúas torre tuvieran plumas de amantillar, éstas ahora han sido sustituidas por las plumas horizontales. Al mismo tiempo, grúas con postes que dan un giro circular completo en la actualidad generalmente tipos móviles sobre camiones o sobreorugas, siguen empleando plumas para amantillar para lograr un levantamiento más veloz y facilidad de desmonte en operaciones a corto plazo.



**PLUMA PARA AMANTILLAR**

**FIGURA No. 3**

**CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS, PLUMAS HORIZONTALES Y PARA AMANTILLAR**



**PLUMA HORIZONTAL**

## - MONTAJE Y ACCESORIOS DE LAS GRUAS TORRE -

### 1.- CARACTERISTICAS PARTICULARES

Los tres tipos principales que se utilizan para el manejo de concreto, pueden ahora ser examinados con sus características, en detalle. En términos generales, los tres son operados eléctricamente y auto-levantados. Cada uno se puede operar a control remoto por medio de un conductor y caja de control, aunque lo más común es que se operen desde las cabinas provistas. Los conductores experimentados de grúas parecen preferir permanecer en la grúa ya que de esta forma, pueden obtener un sentido positivo del "sentir" la carga, los movimientos que la grúa realiza y en esta forma se logra un mejor control de operación.

#### TORRE ESTATICA, MONTADA SOBRE RIELES. (Fig. 4)

Estas grúas son las utilizadas, en mayor número de todas las grúas torre. Han probado su versatilidad a través de los años y no muestran ninguna señal de ineficacia.

Dentro de las limitaciones del diseño particular, pueden trasladarse con o sin carga. Dándoseles una extensión apropiada de rieles, pueden cubrir amplias áreas y sobrepasar estruc

turas altas. Más allá de las limitaciones de la altura, pueden funcionar como grúas estáticas si se les fijara adecuadamente al edificio.

El trabajo de la moderna reurbanización abarca la -- construcción ocupando toda el área, o la mayor parte, hasta el primero y segundo nivel, con un bloque de torre del área considerablemente menor alzándose, por supuesto, hacia arriba. La grúa con torre estática, montada sobre rieles, es idealmente -- apropiada para tales operaciones pudiendo trasladarse o lograr alcance sobre los niveles más bajos, mientras que, en una ubicación fija, ligada al edificio, puede vencer la torre.

La gama disponible de tales grúas es muy amplia y cubre el campo, desde versiones para la construcción de pequeñas casas hasta radios grandes --modelos con capacidad de levantamiento pesados para cucharones de concreto en la construcción de presas.

Para las operaciones, tales grúas se deben montar sobre el nivel de los rieles con revisiones y mantenimiento regulares para asegurarse de que permanecerá en óptimas condiciones. El traslado sobre curvas es permitido, pero el radio debe ser -- más grande que el mínimo especificado. Las operaciones de levantamiento no se permiten en tales secciones curvadas.

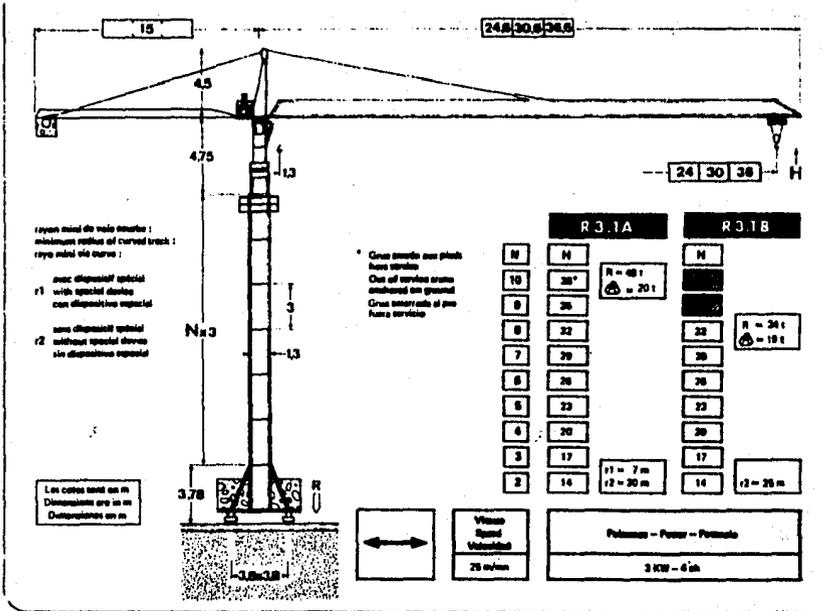
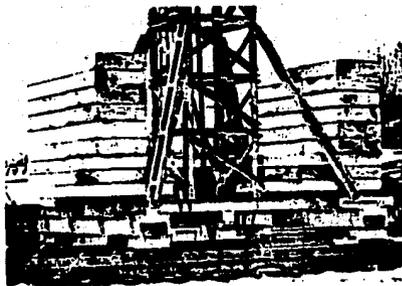


FIGURA No. 4

TORRE ESTÁTICA MONTADA EN RIELES



Cuando se utiliza en ubicaciones estáticas, la ligadura debe ser capaz de resistir las fuerzas especificadas por el constructor y debe ser colocada en espacios determinados de acuerdo con el diseño de la torre.

Se detallan los requisitos necesarios, en relación con los rieles y las ligaduras.

#### LA TORRE ESTÁTICA CON BASE ESTÁTICA. Fig. 5

La única diferencia entre ésta y el tipo previo, está en la base. Aquí no se requiere de ningún carro base; la torre es desmontada y solidificada en un bloque apropiado del cimiento. Se proporcionan las secciones de bases especiales de los postes, las cuales son fijadas al cimiento y sobre el cual el resto de la grúa es levantada. Tales bases requieren de un diseño cuidadoso, y la sección observa este aspecto con más detalle.

La mayoría de las grúas torre pueden ser adquiridas con o sin carro base y de esta forma pueden ser utilizadas ya sea, montadas sobre rieles, o con base estática. La compra sin el carro base ahorra capital, pero contra esto, será necesario un cimiento de concreto desechable en cada ocasión de uso. A largo plazo, por lo tanto, este método será más costoso.

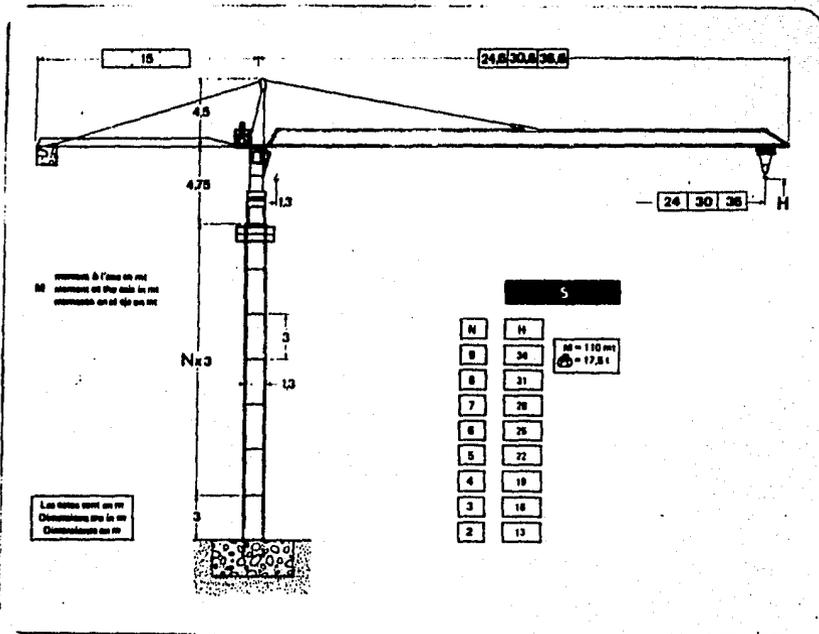


FIGURA No. 5

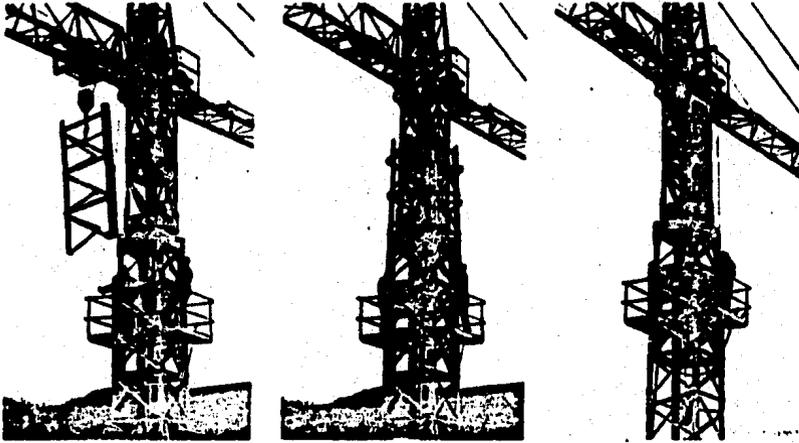
TORRE ESTÁTICA CON BASE ESTÁTICA

Las grúas con base estática se utilizan mejor cuando el espacio disponible para la instalación es inadecuado para el carro base de versiones móviles. Sólo se necesitan considerar las dimensiones de la torre ya que los cimientos pueden ser instalados bajo una construcción permanente. Tal arreglo es de un valor particular ya que la torre tiene que pasar a través de pisos de la construcción a bajo nivel para mantener cubiertas las estructuras superiores de la torre. En la etapa del desmonte, sólo las secciones de la torre tienen que ser trasladadas de niveles más bajos.

#### GRUAS TREPADORAS. Fig. 6

La versión trepadora de la grúa torre, la cual puede ser específicamente diseñada como tal, o ser una versión de alternativa de la torre montada sobre rieles o modelos estáticos, es utilizada completamente de diferentes maneras.

Los dos tipos de previos, principalmente funcionan externamente para lo que tenga que ser construido, aunque en ocasiones pueden ser construidas alrededor, en los niveles más bajos. La grúa trepadora, en contraste, funciona desde la estructura y es sostenida por ella. Al crecer la estructura, la grúa es levantada a un nivel más alto y sostenida por secciones más recientemente construidas.



MONTAJE DE GRUA TREPADORA

FIGURA No. 6

GRUAS TREPADORAS



GRUA TORRE MONTADA SOBRE CAMION DESMONTANDO UNA GRUA TREPADORA

En la etapa inicial, una grúa trepadora se levanta dentro del área de construcción sobre el cimiento de una base estática, exactamente como el tipo anterior. La altura del poste -- utilizado, dependerá de la grúa particular en uso, pero normalmente, estará a 75 pies (25 m.) La construcción se comienza alrededor de la grúa y, cuando se ha alcanzado una altura apropiada, se unen dos anillos estructurales alrededor del poste en los niveles del piso, generalmente dos pisos parte. Por medio de un equipo especial de levantamiento, la torre es levantada, después de ser desatracada de la sección base y su carga transportadas por los anillos de soporte.

Las operaciones con la grúa pueden ahora comenzar otra vez y el trabajo continúa hasta que un levantamiento posterior - sea posible para levantar la grúa a un nivel más alto.

Es necesario decir, hasta este momento, que para que una grúa trepadora se utilice por completo, la estructura que está - siendo construída debe ser capaz de resistir las cargas impuestas. Para que esto sea posible, es necesario que se especifiquen en - las primeras etapas de planeación con el ingeniero estructural.

Las grúas trepadoras ahorra excesiva altura de postes y costos de ligaduras, sin embargo requieren de anillos ascensores que se utilizan en la rotación. El costo inicial del levantamiento es similar al de grúas con base estática, pero los cos-

tos de desmonte generalmente serán más altos que el de los dos tipos anteriores. A diferencia de los otros, la mayoría no son auto-desmontables, siendo necesario desmontarlas hasta que la estructura del techo está completada, y por otros medios bajarla hasta el piso por uno de los lados del edificio, o alternativamente, desmontada por otra operación de derechos de grúa hasta el nivel del piso.

No requerirá ocupar espacio fuera de la estructura, pero estando dentro puede obstruir operaciones internas hasta que finalmente sea trasladada.

Tabla 7.1. Base estática montada sobre rieles y grúas trepadoras.

#### Características comparativas

##### CARACTERÍSTICA.- Soporte de base.

- 1.- Grúa montada sobre rieles. El carro base se encuentra sobre rieles, los cuales requieren de un cimiento y mantenimiento adecuados.
- 2.- Grúa con base estática. Sección de base expansible solidificada en base de concreto expansible para los requerimien

tos del constructor.

- 3.- Grúas trepadoras. La sección de la base es expansible solidificada en base de concreto expansible para los requerimientos del constructor.

**CARACTERISTICA.- Levantamiento.**

- 1.- Grúa montada sobre rieles. Se requiere una grúa móvil para la descarga desde el transporte y se coloca el carro base - sobre rieles. (\*).
- 2.- Grúa con base estática. Funciona igual que la torre montada sobre rieles, pero el lastre de la pluma marca la diferencia. Algunos tipos de plumas de amantillar no necesitan lastre, y los motores y los guinches actúan como tal.
- 1.- (\*) Es necesaria la grúa móvil para el auto-levantamiento para ayudar al montaje de la pluma y la aplicación del lastre.
- 3.- Grúa trepadora. Funciona como la torre con base estática.

**CARACTERISTICA.- Alcance.**

- 1.- Grúa montada sobre rieles. Limitado por el largo de la -- pluma y la longitud de los rieles.
- 2.- Grúa con base estática. Círculo completo recorrido por la la pluma.
- 3.- Grúa trepadora. Círculo completo recorrido por la pluma.

**CARACTERISTICA.- Altura de operación**

- 1.- Grúa montada sobre rieles. Como grúa que puede trasladarse, está limitada por las especificaciones particulares del constructor. Utilizada estáticamente puede alcanzar mucho más grandes alturas si la ligadura es adecuada. El límite es determinado por las especificaciones del constructor.
- 2.- Grúa con base estática. Una ligadura está limitada por las especificaciones del conductor.
- 3.- Grúa trepadora. Está limitada sólo por la capacidad del ca rrete de la cuerda y por la energía adecuada para resistir los pesos de la cuerda y cargas levantas.

**CARACTERISTICA.- Ligaduras.**

- 1.- Grúa montada sobre rieles. Cuando se opera estáticamente - se requiere de la ligadura para lograr posiciones por arriba de la torre como lo especifique el constructor.
- 2.- Grúa con base estática. Se requieren ligaduras para alcanzar posiciones de la torre especificado por el constructor.
- 3.- Grúa trepadora. No se necesita ninguna ligadura.

**CARACTERISTICA.- Estructuras trepadoras.**

- 1.- Grúa montada sobre rieles. No se requieren.
- 2.- Grúa con base estática. No se requieren.
- 3.- Grúa trepadora. Las estructuras trepadoras son de diseño - apropiado para transportar cargas horizontales y verticales hacia la estructura donde van a ser utilizadas.

**NOTA:** Generalmente éstas serán especiales para el contrato en cuestión.

**CARACTERISTICAS.- Operación.**

- 1.- Grúa montada sobre rieles. El conductor puede ver la carga

todo el tiempo a menos que las levante por arriba del edificio.

- 2.- Grúa con base estática. Actúa como la torre montada sobre rieles.
- 3.- Grúa trepadora. El conductor está supeditado al ayudante cuando son necesarios levantamientos desde el nivel del piso y no puede ver la carga hasta que se encuentra cerca de un nivel de operación.

**CARACTERISTICA.- Desmante.**

- 1.- Grúa montada sobre rieles. La grúa móvil autodesmontable sólo es requerida para el traslado de todo el lastre y el transporte de la base de desplazamiento y secciones de la grúa a vehículos.
- 2.- Grúa con base estática. Actúa como la torre montada sobre rieles.
- 3.- Grúa trepadora. Tiene que ser desmontada sobre el techo de la estructura terminada. Para lograrlo, el techo debe ser adecuado para resistir los pesos y puede ser necesario un caballete temporal para sostener la pluma, etc. Es ne-

cesario un engrane de levantamiento adicional para bajar secciones del lado de la estructura y una grúa móvil para cargas a vehículos. El equipo del levantamiento del techo debe ser capaz de mover y bajar el ascensor de carga en -- cuanto se termine la obra.

Se verá claro ya desde la Tabla anterior que la torre montada sobre rieles y los tipos de base estática dependen. para su selección, de la condición de base y si el alcance aumentado de las versiones de torres montadas sobre rieles es una característica deseada o no. Cuando la construcción siempre está por debajo del máximo de altura del gancho en el cual el traslado es posible, los tipos de torre montada sobre rieles, debe ser la elección. También se recordará que, mientras los modelos de torres estáticas son más económicas en costos fijos, las bases - expansibles y secciones de base de la torre serán necesarias cada vez que se utilice la grúa. Las bases estáticas debería, preferentemente, ser utilizadas solamente casi montada sobre rieles no puede acomodarse fácilmente.

Las grúas trepadoras, por el contrario, sólo se pueden utilizar para estructuras altas o donde no exista espacio para - el levantamiento de grúas fuera del edificio. Sea o no una grúa trepadora preferible para las estructuras altas, todo depende de un número de consideraciones las cuales son resumidas como los -

pros y contras en la Tabla siguiente.

**Estructuras altas -- Gruas trepadoras.**

**PROS:**

- 1.- Los precios de alquiler que la torre externa con un gran número de secciones de torre en uso.
- 2.- No se necesitan ligaduras.
- 3.- No se necesita ningún espacio fuera de la construcción.
- 4.- Un mínimo de longitud de la pluma necesario para el alcance de la construcción y levantamiento desde el piso.

**CONTRAS:**

- 1.- Se deben proveer estructuras trepadoras y generalmente serán especiales para reducirse.
- 2.- La estructura debe resistir cargas impuestas por la grúa. Puede ocasionar pérdida en la consolidación.
- 3.- Las operaciones de ascenso tienen que ser sincronizadas con ciclos estructurales y permitir interrupciones.

- 4.- La extensión de áreas de abastecimiento y los puntos de -  
descarga son limitados.
- 5.- Las cargas levantas del nivel del piso tienden a estar en  
un máximo de radio cercano.
- 6.- El área de la estructura más apropiada para la instalación,  
generalmente es un pozo del ascensor donde las paredes es--  
tán normalmente disponibles para aceptar cargas. Impiden -  
el levantamiento e instalación de motores de levantamiento  
y guinches pudiendo retrasar el término de la obra.
- 7.- El conducto no puede ver la carga hasta casi un nivel de -  
operación.
- 8.- El desmonte es más complejo y costoso.

#### Estructuras altas -; Grúas con torre externa

##### PROS:

- 1.- Las torres externas para estructurar y aumentar la altura -  
dependen de ciclos operacionales para extensiones limitadas.  
Generalmente, pueden ser instaladas los fines de semana. -H  
cuando la construcción no sea interrumpida.

- 2.- La extensión de área de abastecimiento y descarga pueden cubrir un arco de  $180^{\circ}$  siempre y cuando el espacio lo permita.
- 3.- Las cargas levantadas al nivel del piso pueden estar cerca de la torre y se puede aprovechar la capacidad más alta - en radios más cortos.
- 4.- No obstruye el trabajo sobre cualquier área del edificio.
- 5.- Provee instalaciones de levantamiento para todo el equipo de planta y levantamiento.
- 6.- El conductor puede ver la carga todo el tiempo, a menos que el levantamiento sea por arriba de la estructura.
- 7.- El desmonte es más sencillo y más económico que el de las trepadoras.

**CONTRAS:**

- 1.- Los precios de alquiler son más costosos que los de la grúa trepadora especialmente ésta está montada sobre rieles.
- 2.- Costos de ligaduras e instalaciones.

3.- El edificio debe resistir las cargas de las ligaduras.

4.- Para cubrir el edificio con la misma capacidad de levantamiento ya sea con una grúa trepadora más grande o con una pluma como lo hace una grúa trepadora, es necesario que las torres externas sean más grandes.

Con excepción de los precios de alquiler, se ve claro que las grúas trepadoras encuentran dificultad en competir con las grúas con torre externa. En el Reino Unido, la experiencia muestra que las grúas trepadoras son raramente competitivas, en términos económicos, a menos que:

- a) no exista un espacio externo adecuado para otras grúas, o
- b) la altura de la estructura sea tal que las diferencias de precios de alquiler compensen otras desventajas económicas.

Si el requerimiento de cantidad de trabajo necesita más de una grúa, se deben tomar consideraciones cuidadosas como por ejemplo que dos grúas trepadoras puedan, de hecho, ser instaladas dentro del área planeada de la construcción. La reversión a grúas externas puede ser necesaria o, si no hay espacio disponible para ella, la capacidad de proveer sólo una grúa trepadora puede determinar la velocidad en la cual la construcción puede ser llevada a cabo.

## TAMAÑO DE LA GRUA.

El requerimiento del radio/carga de una grúa torre de cualquier tipo, estará determinado por el análisis de las operaciones que son requeridas para lograr y establecer el máximo de radio/peso. Con frecuencia, ésto será el terminado o la distribución de concreto en radios extremos, pero la capacidad de levantamiento en radios menores en relación con los pesos de los motores de levantamiento y gúinches y otras máquinas, es igualmente importante cuando se trabaja en edificios.

## 2.- DISTRIBUCION DE CONCRETO.

La grúa torre es un medio atractivo para la distribución de concreto por su altura y características de alcance. En ninguna parte esto es más verdad que en la construcción de edificios, y en particular, para las estructuras altas en concreto reforzado. Y aun más, porque en trabajos de este tipo, el requerimiento del manejo de concreto generalmente no es continuo y la grúa puede ser utilizada, al mismo tiempo, para el armazón y acabado.

Sin embargo, no debería pensarse en utilizarla sólo para estructuras altas. La capacidad de alcance por sí sola, permite un uso económico en construcciones de altura baja donde la

congestión de trabajo limita el acceso. En la ingeniería civil, las versiones de gran capacidad, han impactado considerablemente para el manejo de acabados, armazones y concreto, en proyectos tales como la construcción de presas, puentes y muelles.

Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar que la grúa torre tiene bastante que ofrecer en el campo de la distribución del concreto sobre una amplia gama de trabajos.

#### ESTRUCTURAS DE MULTIPISOS

En estructuras de concreto reforzado de multipisos en Europa, por lo menos, la grúa torre reina en supremacía. En los Estados Unidos, el uso de la grúa torre en trabajos de este tipo, ha sido por mucho tiempo aceptado, sin embargo, hoy en día, la demanda está aumentando.

En las estructuras altas, en donde el total de la cantidad de trabajo es alta para levantar concreto en cucharones desde el piso, está tomando demasiado tiempo. Una operación más rápida resultará si el concreto es elevado a un nivel de operación por medio del ascensor de carga descargando primeramente, en un tanque alimentador. La grúa torre puede entonces ser reiterada y tener el mínimo de tiempo empleado en vaciar el concreto.

Al llevar a cabo esta OPERACION, el ciclo completo de trabajo puede, con frecuencia, ser acelerado cuantitativamente. La figura No. 7, muestra solamente esta clase de operación en acción en un edificio para oficinas de una altura de 400 pies (122 m) donde dos grúas torre pueden transportar concreto desde la plataforma de descarga del ascensor de carga ya mostrado en detalle.

En la figura No. 8, la altura mencionada anteriormente cuyo levantamiento director de concreto desde el piso, no es económico, dependerá de:

- a) La disponibilidad puntual en todos los ciclos de la construcción.
- b) El ritmo en el cual el concreto es requerido cuando se está realizando el vaciado.

Cada caso será diferente y necesita ser examinado individualmente, no sólo en términos de costos del concreto, sino en relación al terminado y armazón.

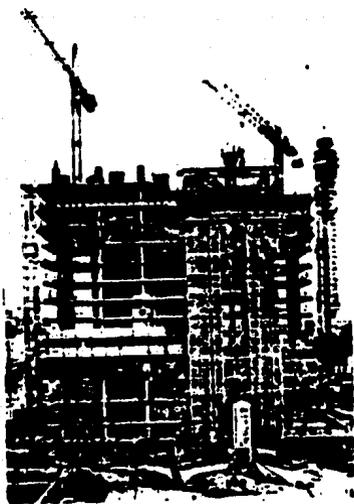


FIGURA No. 7 GRUAS TREPADORAS GEMELAS ALIMENTADAS  
POR BACHAS GEMELAS

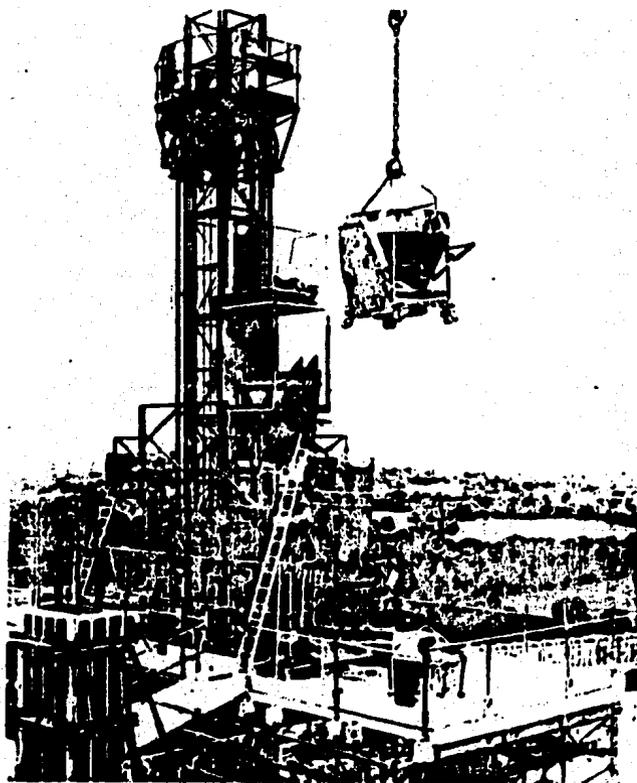


FIGURA No. 8

## CONSTRUCCION A BAJA ALTURA

En los trabajos de baja altura, el alcance y habilidad para superar obstáculos será de mayor importancia. En cualquier momento que sea posible, la grúa torre y el cucharón deben ser planeados para lograr toda la operación del movimiento del concreto; de lo cual se deriva que la mezcladora o el acceso del camión con concreto mezclado debe ser tal, que el avance del cucharón es tan sencillo como posible. Cuando el área que debe ser cubierta es amplia, las grúas montadas sobre rieles -- pueden comprender costos excesivos de rieles o alternativamente, ser incapaces de cubrir el área requerida. En tales circunstancias, las grúas torre con más libertad de movimientos -tipos básicos (e), (g) pueden ser económicamente viables. Tal situación se muestra donde una grúa torre montada sobre una oruga está en uso.

## EDIFICIO CON CIMBRA DESLIZANTE

La Fig. 9 ilustra un uso interesante de una grúa torre sobre uno de los edificios principales de Londres. Las estructuras del centro de la gemela fueron construidas con la técnica de cimbra deslizante con la grúa de pluma horizontal situada entre ellas. De esta forma, ambos lados fueron abastecidos con armazón y concreto por la misma grúa. La ilustración -



Figura No. 9

GRUA TORRE CON BASE ESTÁTICA UTILIZADA PARA  
DISTRIBUIR CEMENTO Y MOLDAJE A  
TORRES GEMELAS CON CIMBRA  
DESGLIZANTE



muestra la grúa en su altura final de 400 pies (122 m) bajo el gancho y trabajando con una pluma de 131 pies (40 m).

A punto de completar la operación de cimbra deslizante, la sección funcional de la grúa fue sostenida por un tramo del puente transversal entre las dos estructuras del centro y las secciones inferiores de la torre fueron desmontadas. Por este medio, todos los obstáculos para el terminado en la construcción entre los centros fueron superados con la grúa disponible en la construcción de las áreas de los principales pisos.

Donde una estructura del centro de cimbra deslizante es una sola unidad es más práctico, una grúa trepadora situada en el centro y sostenida por ella. A menos que el centro sea grande, algún desconcierto para levantar la maquinaria de levantamiento, puede surgir en vista que el método evita la dificultad.

#### CONSTRUCCION DEL TANQUE DE CONCRETO

La Fig. 10 muestra parte de un tanque de concreto circular diseñado para el almacenamiento de agua salada. El tanque tiene aproximadamente 115 pies (35 m) de diámetro y 40 pies -- (12 m) de altura por arriba del nivel del piso. Las paredes del tanque varían en espesor desde el fondo hasta la superficie.

La especificación necesaria para cada levantamiento de las paredes del tanque tienen que ser vaciado en una operación continua para que de esta forma, ninguna unión vertical pueda ocurrir. Para lograr ésto, el flujo necesitaría empezar en un punto, procedido en dos direcciones con ambas cuadrillas reuniéndose en el lado opuesto. Cada levantamiento era de 90 yardas cúbicas ( $69 \text{ m}^3$ ) de concreto y la altura de levantamiento para esta cantidad sólo era 1.75 pies (533 mm) en la base.

La distribución de concreto y el manejo de grandes cantidades de armazón, plantearon un problema particular ya que la circunferencia relacionada era de 360 pies (110 m). El terminado fue fácilmente realizado por bloques de cadenas sostenidas desde el andamio.

Finalmente el método adoptado fue instalar una grúa de poste giratorio con una pluma de amantillar dentro del tanque -- y montada sobre los rieles como se muestra. Permaneciendo en medio del tanque, la grúa podía levantar concreto desde afuera y fácilmente distribuirlo a las dos cuadrillas, en turno -- siendo el mismo sistemas para el manejo del armazón.

Al finalizar las operaciones de concreto, la grúa fue trasladada a la pared del tanque. El desmonte fue realizado -- por una grúa torre, montada sobre un carro plataforma, operando

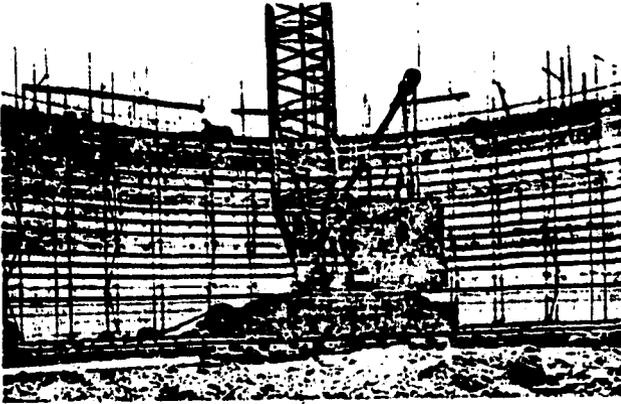


Figura No. 10

GRUA TORRE CON TORRE GIRATORIA, EN EL INTERIOR  
DE UN TANQUE PARA LA DISTRIBUCION DEL CONCRETO Y DEL MODELAJE



Figura No. 11

GRUA TORRE EN LA CONSTRUCCION DE UN DIQUE  
SECO

desde una ruta adyacente exterior y elevando la grúa desde el tanque, sección por sección.

#### CONSTRUCCION DE DIQUE SECO.

En la figura 11 uno de los pares de grúas torre pesadas, es visto en uso sobre la construcción de un dique seco -- grande. Capaz de levantar cinco toneladas en un radio de 164 pies (50 m) estas grúas fueron empleadas para colocar concreto. En este ejemplar, la altura de la operación no es de importancia, la grúa es utilizada por su capacidad de alcance sobre amplias - zonas cuando está montada sobre rieles.

#### CONSTRUCCION DE PRESAS

La capacidad de altura de operación es aprovechada más que el alcance de área en la construcción de un proyecto de presa para cuya construcción requiere de una gran admisión de torres. Las grúas realizan la distribución de concreto, el movimiento del terminado y el abastecimiento de armazón.

#### 3.- OPERACION

Una vez que se ha tomado la decisión de utilizar la grúa torre como método económico para distribuir concreto, en -

tiempo completo o medio tiempo, es importante que funcione sin ninguna clase de riesgo y a su mayor capacidad. Se deben considerar los siguientes puntos y las soluciones apropiadas que se puedan aplicar en cada caso particular.

### CIMENTOS

Como con cualquier estructura, una grúa torre es tan funcional como el cimiento sobre el cual descanza. Una equivocación para proveer cimientos adecuados y, en donde se utilizan rieles con mantenimiento inapropiado, puede ocasionar serios problemas, si el hundimiento se suscita, y lo peor de todo, un colapso total de la grúa por consiguiente.

Los cimientos de la grúa torre, en relación con las condiciones del suelo prevaleciente, deben ser considerados por una persona competente. El constructor especificará los requerimientos fundamentales de los rieles o tamaños y tipo de la base estática, pero el contratista debe determinar si el subsuelo puede resistir las cargas de tales bases o rieles. La deficiencia en investigar estos puntos adecuadamente desde la primera etapa, y en considerar lo que es necesario, puede tener repercusiones costosas cuando se levante la grúa.

Los inconvenientes pueden surgir cuando es necesaria una excavación, a una profundidad considerable, para lograr la

resistencia de apoyo deseada, ya que grandes volúmenes de concreto son necesarios para proporcionar apoyo a las bases antes mencionadas. Alternativamente, un terreno inapropiado, puede requerir de pilotes por debajo de la base para crear la estabilidad necesaria. Una grúa útil, en este aspecto, se tendrá, al examinar el edificio que se va a construir y tomando en consideración, los cimientos apropiados, que se vayan a construir. Si la construcción es sostenida en pilotes, los pilotes deberían también ser para la base de la grúa -cuatro en número. En este caso, estos pilotes extras pueden ser fácilmente permitidos por el subcontratista para el trabajo principal de empíonamiento. Cuando se utilizan columnas profundas y cimientos de relleno para el edificio principal, el permiso de concreto mezclado pobremente a una profundidad similar, asignará, con frecuencia, el capital adecuado en las primeras etapas.

Quando se utilizan los rieles instalados con lastre, el hundimiento de la grúa puede, por supuesto, ser superado levantando y relleno los rieles como es requerido. En cualquier caso, los rieles deben ser revisados, y si se requiere, rellenos en no más de intervalos semanales. A simple vista, este sistema podría ser una solución económica. A corto plazo, probablemente lo sería, pero cuando la grúa se encuentra en un lugar estático, por un gran tiempo, la abstención de tal costo de mantenimiento, por medio de cimientos adecuados, generalmente será más económico y menos problemático.

## LIGADURAS

Más allá del límite de operación auto-estable de la grúa, tendrá que ser conectada a la estructura. El número de ligaduras necesarias, dependerá de las características particulares de la grúa y la altura final en la cual va a funcionar.

Al igual que en los cimientos, la seguridad y estabilidad de la grúa, dependerá de los travesaños, apropiados para su determinada función.

Los constructores proporcionan detalles de las cargas que van a levantarse y, generalmente, detalles comunes del travesaño. Sin embargo, con frecuencia, es conveniente para el contratista, diseñar sus propias ligaduras como una instalación estándar de la planta, para utilizarlas en la forma más conveniente para su propia práctica operacional.

Los travesaños tienen que ser fijados a la estructura; en la mayoría de los casos son mejor aceptados en los bordes de barras de carro de los pisos. El anclaje debe ser desplazado de antemano, para acomodar travesaños y la planeación debe permitir esta operación. Debe remarcarse en este punto, que LA CONSULTA CON EL DISEÑADOR ESTRUCTURAL ES ESENCIAL PARA ASEGURAR QUE SU EDIFICIO PUEDA, DE HECHO, RESISTIR ESTAS CARGAS.

Si nó, hacer posible la ligadura por medio del rediseño. Cualquier costo adicional resultante de esta situación, será pagado por el contratista.

No se debe descuidar ningún extremo del travesaño. - Generalmente, los constructores estipulan que las cargas de los travesaños deben ser devueltas A LA TORRE EN SUS PUNTOS NODALES. Como estos no pueden coincidir muy seguido con los niveles de pisos de la construcción, alguna forma de viga de separación - con frecuencias, se requerirá para distribuir cargas del travesaño a un par de puntos nodales en la torre, mientras, que al mismo tiempo, da variación de localización de los travesaños. Figura No. 12.

#### ANILLOS ASCENSORES

Si la estructura es capaz por su propia naturaleza o por su diseño modificado de aceptar las cargas conducidas a ella, la decisión de utilizar una grúa torre entonces será correcta. Los anillos ascensores, donde la grúa es sostenida -- por láminas gruesas, o su equivalente cuando se realizan paredes estructurales, requieren de un diseño y fabricación para la situación en particular.

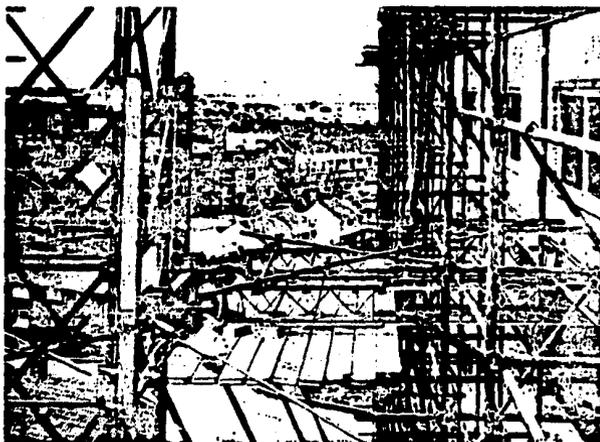


Figura No. 12

**TRAVESAOS PARA TRANSPORTAR CARGAS A LOS PUNTOS  
NODALES DE LA TORRE**

Al igual que con los travesaños, los anillos transmitirán fuerzas a la estructura -vertical debido a las cargas muertas y vivas y horizontal al momento de cambio cuando la grúa está operando o con cargas balanceadas por el viento. Al mismo tiempo, la operación de la grúa impone un momento de torsión a la grúa y los anillos también deben resistirlo.

Como en los travesaños, el constructor proveerá la cantidad de cargas que se necesitarán.

#### CONDICIONES FUERA DE SERVICIO

La peor condición de la carga que afecta la estabilidad de una grúa torre generalmente se presenta cuando estando fuera de servicio se desprenden vientos muy fuertes, aunque todas las grúas torre, en esta condición, requieren que las plumas se balanceen libremente en el viento.

Los problemas pueden surgir cuando a pesar de que la grúa puede trasladarse con carga no se estabiliza estando fuera de servicio. Si está operando a una altura determinada, cuando se presenta esta situación, se requiere de una base firme, cuando la grúa no está en uso o en la noche. En algunos casos, será suficiente con afianzar los rieles; en otros casos, pueden ser necesarios dos cables de retén que son fácilmente conecta--

dos a los bloques de soporte en los rieles. Si hubiera un desplazamiento a lo largo de un edificio, unido a la estructura -- cumpliría la misma función.

#### LEVANTAMIENTO Y DESMONTE.

Es tiempo de especificar que las grúas torre deben ser levantadas y desmontadas por personal capacitado apropiadamente en el levantamiento del modelo en cuestión.

Cuando se planea utilizar las grúas torre, debe recordarse que cualquier modelo particular requiere un mínimo de espacio para su levantamiento.

Una vez ubicadas las grúas, se debe adquirir el debido conocimiento de tales requerimientos, y más particularmente, de la habilidad de desmontarla, a punto de terminar la obra. Lo que fué un amplio espacio para el levantamiento pudo haber disminuido considerablemente a punto de terminar la(s) estructura(a). Al mismo tiempo, otra instalación pudo haber sido colocada cerca de una grúa después de su levantamiento.

A menos que las características del desmonte de la grúa sean conocidas y entendidas, es difícil que otra instala--

ción, por ejemplo un elevador de carga, bloquee el procedimiento de desmonte y pueda causar un considerable gasto extra.

Con las grúas trepadoras los factores mencionados anteriormente asumen una importancia mucho más grande con relación al desmonte. La grúa tendrá que ser desmontada sobre el techo del edificio completado en primer lugar y después bajada al piso.

Cuando se ha considerado el uso de tales grúas, las siguientes preguntas deberán ser preguntadas y respondidas satisfactoriamente.

- a) ¿Puede el techo de la estructura resistir los pesos involucrados?
- b) ¿Puede ser acomodado y sostenido el engrane de levantamiento secundario?
- c) ¿Qué bases seguras se necesitarán construir en el techo, y qué modificaciones de diseño se deben realizar para acomodarlas?
- d) ¿Cuál será el peso y alcance de soportes y portadores temporales para la pluma cuando sea bajada del techo?

- e) ¿Qué costos adicionales están involucrados para rediseñar - la estructura del techo si es necesario?

#### RELACION CON OTRA INSTALACION.

Cuando se va a emplear más de una grúa y las plumas se balancean mutuamente, una debe siempre estar a un nivel más alto que la otra y la pluma de la grúa más baja no debe obstaculizar la torre de la más alta. (las grúas torre siempre deben estar libres para girar en un círculo completo cuando estén fuera de servicio. A continuación se deben mantener las etapas de levantamiento de las grúas en una secuencia apropiada para lograr las condiciones anteriores y relacionar la secuencia de construcción y las condiciones de ligadura. A menos que de antemano se realice una planeación adecuada y preferentemente, diseños de etapas, se puede alcanzar un estado de dificultad insuperable con la demora subsecuente y costos al contrato.

Esto es aun mucho más importante en las grúas trepadoras.-- Estando sostenida por la estructura hay menor libertad de opción cuando se realiza el levantamiento. A menos que la estructura - esté lista, el ascenso es imposible. Al mismo tiempo, las grúas trepadoras generalmente tienen una altura limitada sin el apoyo de la torre. Cuando una torre desliza a la otra pueden surgir dificultades al superar esta situación con la secuencia de as--

censo. Tales movimientos deben ser examinados en un escrito - y establecerse, previamente, e ritmo correcto. Se desconocer las condiciones cuando, para llegar a una solución satisfactoria, el poste de la grúa más alta necesita ser especialmente - fortalecido para proveer una longitud más grande sin soportar que el que pudiera permitir el modelo estándar.

Si se utilizan elevadores de carga, también requerirán de ser levantados. Las diversas alturas de los engranes principales en las etapas de la construcción necesitan ser establecidas y revisadas con las secuencias de ascenso de la grúa, o -- grúas, para evitar cualquier posibilidad de colisión.

#### COMUNICACIONES

Si la grúa torre logra la máxima eficiencia y seguridad se tiene que establecer una adecuada comunicación entre el conductor y el ayudante. En las estructuras altas, la mejor forma de realizar esta comunicación es por medio de un radio de onda corta o sistemas de teléfonos con línea terrestre. Al mismo - tiempo en tales edificios altos un solo ayudante no será sufi--ciente. Se necesita un hombre en tierra y otro en el nivel de operación, ambos en comunicación con el conductor.

## RELACION CON LA ESTRUCTURA

La ubicación de una grúa torre, en relación con la estructura, necesita recibir una atención especial. Sería inútil permitir espacio para el acceso normal al andamio para pasar entre él y la estructura, evitar radios muertos que interfieran con el edificio si la grúa es estática, y suficientemente grandes y el alcance de operación se pierde.

Es conveniente establecer una determinada distancia la cual satisficará los requerimientos anteriores y la adoptará como estándar para todas las ocasiones, a menos que las condiciones del lugar lo prevengan.

Al realizar esto, los travesaños estándares pueden ser fabricados y utilizados una y otra vez y los especiales, reservados para aquellas circunstancias en que las dimensiones estándares no pueden ser utilizadas. Aún si no se utiliza un andamio externo, la distancia estándar deberá permanecer para que de esta forma exista lugar para colocar paneles o unidades de prevaciado y cualquier soporte de levantamiento donde tengan espacios para funcionar.

## BALANCEO SOBRE PROPIEDADES ADYACENTES

Una ley reciente en el Reino Unido estableció que -

la infracción de adjuntarse espacio aéreo constituya una transgresión. El balanceo, por lo tanto, debería evitarse al máximo. De lo contrario, tendrán que tomarse consideraciones adecuadas para una de las dos alternativas:

- a) proceder y exponer una demanda de transgresión.
- b) solicitar permiso a los dueños de propiedades adyacentes - para el balanceo y exponer una repulsa.

Ninguna alternativa es muy satisfactoria. Una orden jurídica prohibiendo el uso de una grúa torre a la negativa de los dueños de la propiedad adyacente puede significar un método de construcción considerablemente costoso.

Sin tomar en cuenta lo anterior, sobre todo se debe recordar que, por lo menos, en el Reino Unido, está prohibido - por la ley que las plumas se balanceen sobre rieles ferroviarios mientras está funcionando la grúa en propiedades adyacentes.

#### 4.- LISTA DE VERIFICACION PARA LA COMPARACION DE COSTOS

Como ya se especificó previamente, con frecuencia -- las grúas torre se utilizan para la distribución de concreto -- en su mayoría--.

Por lo tanto, cualquier comparación de costos con métodos alternativos, se necesitarán para estar basados en una dis

tribución del costo total del concreto. Como con otros tipos de grúa, la grúa torre es más probable que se determine arbitrariamente más que por una clasificación detallada de las cantidades de trabajo involucradas. En consecuencia, la forma -- en que esto se realizará será un asunto de decisión local. Sin embargo, el costo total de la instalación y operación de la grúa deben ser primeramente establecidos.

#### COMPARACIONES. LISTA DE VERIFICACION

Los costos de los factores siguientes necesitan ser computarizados.

- a) Transporte de ida y vuelta al lugar
- b) Levantamiento (incluyendo cualquier derecho de grúa presentado).
- c) Desmonte (incluyendo cualquier derecho de grúa).
- d) Abastecimiento de rieles o base estática -mantenimiento regular- de rieles.
- e) Precios de alquiler por semana
- f) Combustible y lubricación semanal.
- g) Mantenimiento y repuestos.
- h) Conductor(es) y ayudante(s).
- i) Base segura o anillo ascensores (incluyendo el levantamiento y desmonte cada vez que se utilicen).
- j) Comunicaciones.

- k) Costos de ascenso o levantamiento y el número de veces que se tengan que hacer.

Una vez establecidos y distribuidos los costos, pueden relacionarse con la cantidad de concreto que se va a necesitar semanalmente.

Si la grúa está asociada con un sistema de distribución secundario, por ejemplo un ascensor de carga, se debe tomar en cuenta toda comparación de costo de esta máquina también.

#### INTANGIBLES

Sin tomar en cuenta que el costo de la grúa torre sea completo o distribuido, el proceso de comparación de las tres etapas completas se debe seguir.

Los intangibles de las grúas torre incluirán los siguientes:

- a) Costos adicionales de levantamiento, si se presentan demoras.
- b) Vulnerabilidad en los lugares expuestos al viento. Las grúas torre sólo pueden operar con vientos de cierta velocidad, dependiendo del tipo y tamaño de grúa.

- c) Las grúas torre imponen generalmente una disciplina de trabajo.
- d) Las averías en las máquinas pueden afectar un número considerable de operaciones.

#### EFFECTO SOBRE OTRAS INSTALACIONES

Las grúas torre probablemente tienen más efecto sobre otras instalaciones de trabajo que cualquier otro sistema de distribución de concreto. Principalmente, por supuesto, debido a que están, en muchos casos, sólo distribuyendo concreto a determinadas horas.

- a) Las ventajas pueden determinar el uso, y no la función de manejo del concreto.
- b) La disponibilidad de distribuir otros materiales si lo permiten las horas de trabajo o trabajando horas extras.
- c) Las grúas trepadoras sólo pueden ser levantadas cuando el trabajo estructural lo permite. La demora en el ritmo de trabajo es inevitable cuando se realiza esta operación.
- d) Las demoras en la distribución de concreto retrasará otros trabajos relacionados y viceversa.
- e) Las descomposturas ocasionarán demoras a todas las operaciones con las cuales la grúa estará trabajando, siendo no sólo la distribución de concreto.

- f) El uso de la grúa torre puede variar los requerimientos de terminado comparado con otros métodos y su método de uso.

#### 5.- CUCHARONES Y BACHAS PARA CONCRETO

Pocos serían los que estuvieran en desacuerdo que de todo el equipo empleado para manejar y distribuir concreto, los más utilizados son los cucharones y bachas, al igual que son -- los más mal empleados.

Con bastante frecuencia no se le da la debida importancia a su selección y operación de la manera más eficiente, - excepto cuando los trabajos requieren de una cantidad considerable de concreto.

#### TIPOS DE CUCHARONES Y BACHAS

Además de las aplicaciones especiales, estos instrumentos ya comunes en el consumidor recaen en una u otra de las dos filosofías de diseño:

- a) giratorio y b) de postura constante, de los cuales, sus diferencias fundamentales se ilustran en la Fig. I.

Los cucharones giratorios tienen una forma alargada

y descansan sobre su eje para cargar. Cuando el cucharón se levanta gira sobre el tirante de levantamiento y el eje toma una posición vertical, vaciando por un conducto de salida o --puerta a un extremo del fondo del cucharón. Figura II. Generalmente se encuentran a la disposición, versiones de vacío ya sea a un lado o en el fondo del cucharón.

Por otra parte, los cucharones de postura constante, como lo dice su nombre, son llenados y vaciados sin cambiar su postura. Con este tipo de cucharón, el tanque alimentador de concreto de forma cónica invertida, o piramidal, es sostenido por una estructura apropiada para mantener la posición vertical. En el mercado se ofrecen versiones de vaciado lateral y al fondo, al igual que los giratorios, aunque en éste la acción de vaciado lateral, con frecuencia, es creado por un conducto deflector, el cual, por medio de un pivote, puede ser colocado bajo la puerta de vaciado del fondo para desviarlo a un lado. Por este medio, las instalaciones de vaciado alternativas se construyen en un cucharón.

Un examen más detallado de la figura I, mostrará las otras dos diferencias básicas entre los dos conceptos de diseño.

- a) El cucharón giratorio tiene una altura de relleno mucho más baja que el de postura constante.

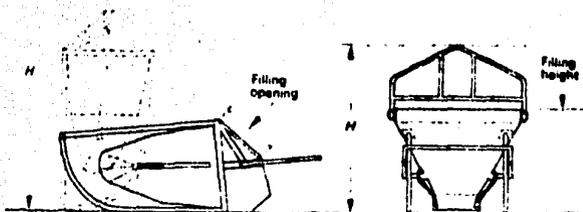


Figura No. I

CUCHARON GIRATORIO 14 PIES<sup>3</sup> Y CUCHARON DE POSTURA CONSTANTE DE 14 PIES<sup>3</sup>

CUCHARON GIRATORIO 14 PIES<sup>3</sup> y CUCHARON DE POSTURA CONSTANTE DE 14 PIES<sup>3</sup>

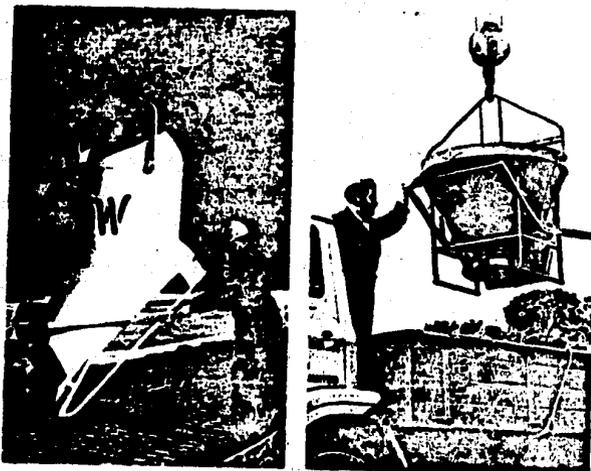


Figura II

CUCHARON GIRATORIO Y DE POSTURA CONSTANTE

- b) Por el contrario, los cucharones de postura constante requieren de menos espacio bajo el gancho de la grúa para una capacidad dada.

La línea divisoria entre la nomenclatura del cucharón o bacha particularmente no está clara. En el Reino Unido, sería correcto decir que aquellos de 2 yardas cúbicas ( $1.53 \text{ m}^3$ ) y aun más grandes, son denominados comúnmente bachas si pertenecen al tipo de postura constante, mientras que permanecerían fieles a la palabra cucharón si pertenecen a la categoría giratoria. En los Estados Unidos, generalmente todos los tamaños son considerados como bachas.

#### CAPACIDADES

En el Reino Unido, se pueden adquirir cucharones y bachas de una amplia gama de capacidades, de fabricación nacional, desde  $1/4$  de yarda cúbica hasta 8 yardas cúbicas, ( $0.19 \text{ m}^3$  a  $6.12 \text{ m}^3$ ) mientras que las revistas norteamericanas de la construcción publican tamaños que oscilan desde  $1/3$  de yarda cúbica hasta 12 mardas cúbicas ( $0.25 \text{ m}^3$ ,  $9.17 \text{ m}^3$ ).

Dentro de la amplia gama de tamaños surge una división natural, es decir, cucharones hasta e incluyendo 1 yarda cúbica ( $0.76 \text{ m}^3$ ) y bachas de 2 yardas cúbicas ( $1.53 \text{ m}^3$ ) y más

grandes. Esta división surge ampliamente ya que en el concreto estructural y en los pequeños proyectos de ingeniería civil, es raro encontrar que cucharones, fuera de la gama más baja, sean deseados o requeridos. Dentro de esta gama de tamaños más baja, son necesarios para operar en un amplio campo de tipo de trabajo y constituyen decididamente la proporción más amplia de cucharones en uso.

Las medidas más comunes dentro de la categoría más baja son 1/2 yarda cúbica ( $0.38 \text{ m}^3$ ), 3/4 de yarda cúbica ( $0.57 \text{ m}^3$ ) y 1 yarda cúbica ( $0.76 \text{ m}^3$ ), aunque modelos más pequeños se encuentran fácilmente en el mercado.

La demanda de bachas de 2 yardas cúbicas ( $1.53 \text{ m}^3$ ) y más grande, claramente es mucho más limitada. Su uso, casi siempre está asociado con trabajos pesados de ingeniería civil, donde la colocación rápida de grandes volúmenes de concreto es un requerimiento esencial. Son ejemplos apropiados, las presas de concreto por gravitación y las estructuras pesadas de muelles. La llegada de medios de opción para la distribución de concreto en altos porcentajes, por ejemplo, bombas y transportadores, ha disminuido la demanda de bachas de amplia capacidad. Esto se refleja en algunos fabricantes que sólo ofrecen las bachas de este tipo.

En virtud de sus capacidades, las bachas grandes son especialmente para la construcción pesada y, por lo menos con variedades de postura constante, la apariencia fundamental tiende a haber alcanzado un denominador común.

#### FACTORES DE PESO Y COSTO

La relación del peso del cucharón y el peso de concreto transportado es de gran importancia, ya que, en teoría, cualquier capacidad dada, o transportador, necesita levantar una cantidad máxima de concreto, por ciclo para una eficiencia más amplia.

En la práctica, la situación no puede ser tan directa por las siguientes razones:

- a) La proporción en la cual, cantidades de concreto tienen que ser vaciadas, puede ser tal que el ratio de la capacidad / peso no es de importancia trascendental.
- b) Puede ser necesario, por razones de fluido, utilizar un cucharón de un particular, el cual, por sus características, no puede permitir el tipo más ligero de diseño.
- c) Los cucharones y bachas fabricadas de la manera más ligera posible serán vulnerables de dañarse y estropearse.

Para el consumidor común los cucharones en la cadena

de capacidad hasta 1 yarda cúbica ( $0.76 \text{ m}^3$ ) los factores prácticos enumerados anteriormente son muy importantes. Por otra parte, las bachas con amplia capacidad manejando miles de yardas cúbicas en trabajos de ingeniería civil se utilizarán en muy diferentes circunstancias. Un incremento relativamente pequeño en la capacidad de carga por levantamiento puede, a largo plazo -- ahorrar una cantidad importante de tiempo y dinero.

#### PESOS COMPARATIVOS

En la cadena de capacidad más baja, generalmente es verdad que los tipos giratorios son más pesados que los tipos de postura constante, aunque existen excepciones que conforman la regla.

Los diferentes productos de fabricantes variarán en peso, de acuerdo con el diseño y tipo de material y espesor utilizado. La Tabla I indica la clase de peso promedio que pueden compararse con ejemplos de diseños de "peso ligero".

En la cadena más alta, el peso de una bacha tiende a ser de una proporción más grande del total de la carga levantada. Particularmente esto será verdad cuando se utilicen mecanismos de conductos de salida que trabajen con energía. Una construcción más fuerte de conductos, y la bacha por sí misma,

claramente son necesarias para las cargas pesadas que tengan que ser levantadas. Una indicación de pesos promedio, en esta clase, para capacidades variadas se da en la Tabla 2. Esta tabla sólo puede ser una guía ya que los productos de los fabricantes pueden variar considerablemente.

Se podrá ver en la Tabla 2 que, donde existen las variedades giratorias en la cadena de capacidad más alta, la diferencia de peso entre los tipos de postura constante y giratorio virtualmente desaparecen. De hecho en la clase de peso ligero (todos los norteamericanos) se convierten más ligeros. Por otra parte, las bachas que trabajan a base de aire son significativamente más pesadas debido al equipo extra que tienen que utilizar.

#### BACHAS DE MAGNESIO.

En los últimos años, una compañía canadiense ha desarrollado e introducido al mercado, bachas completamente de magnesio. Por este medio una disminución notable en el peso de la bacha es posible en comparación de los pesos de la Tabla 3 con los de la Tabla 1 y Tabla 2.

El magnesio constituye sólo una cuarta parte del peso del acero, inerte al concreto e inhibe la adhesión. También

Tabla 1.- Pesos Promedio Hasta 1yarda cúbica.

CAPACIDAD	POSTURA CNTE.	GIRATORIO
0.5 yda <sup>3</sup> 0.38 m <sup>3</sup>	350 lbs 159 kgs	520 lbs 236 kgs
1 yda <sup>3</sup> 0.76 m <sup>3</sup>	625 lbs 283 kgs	800 lbs 363 kgs

**VARIEDAD DE PESOS LIGEROS**

0.5 yda <sup>3</sup> 0.38 m <sup>3</sup>	230 lbs 104 kgs	313 lbs 142 kgs
1 yda <sup>3</sup> 0.76 m <sup>3</sup>	410 lbs 186 kgs 480 lbs 218 kgs	410 lbs 186 kgs

Tabla 2.- Pesos Promedio 2yardas cúbicas y Mas.

CAPACIDAD	POSTURA CNTE.	GIRATORIO
2 yda <sup>3</sup> 1.53 m <sup>3</sup>	2200 lbs 998 kgs 3000 lbs 1360 kgs	2300 lbs 1043 kgs A.O.*
3 yda <sup>3</sup> 2.29 m <sup>3</sup>	3500 lbs 1588 kgs 4200 lbs 1905 kgs	3600 lbs 1633 kgs A.O.
4 yda <sup>3</sup> 3.00 m <sup>3</sup>	3900 lbs 1769 kgs 4500 lbs 2041 kgs	A.O.
8 yda <sup>3</sup> 6.10 m <sup>3</sup>	6500 lbs 2948 kgs 7900 lbs 3583 kgs	A.O.

**VARIEDAD DE PESOS LIGEROS**

2 yda <sup>3</sup> 1.53 m <sup>3</sup>	1600 lbs 726 kgs	1300 lbs 590 kgs
3 yda <sup>3</sup> 2.29 m <sup>3</sup>	2000 lbs 907 kgs	1700 lbs 771 kgs
4 yda <sup>3</sup> 3.00 m <sup>3</sup>	2300 lbs 1043 kgs	

A.O.\* Puertas que trabajan a base de aire.

**Tabla 3- Bachas de Magnesio - pesos**

<b>CAPACIDAD</b>	<b>0.50yds<sup>3</sup></b>	<b>0.38 m<sup>3</sup></b>	<b>0.75yds<sup>3</sup></b>	<b>0.57 m<sup>3</sup></b>	<b>1.00yds<sup>3</sup></b>	<b>0.76 m<sup>3</sup></b>
<b>PESO</b>	<b>150lbs</b>	<b>68 kgs</b>	<b>160 lbs</b>	<b>72.5 kgs</b>	<b>235lbs</b>	<b>106.6 kgs</b>

<b>CAPACIDAD</b>	<b>1.50yds<sup>3</sup></b>	<b>1.15 m<sup>3</sup></b>	<b>2.00yds<sup>3</sup></b>	<b>1.53 m<sup>3</sup></b>	<b>4.00yds<sup>3</sup></b>	<b>3.00 m<sup>3</sup></b>
<b>PESO</b>	<b>260lbs</b>	<b>118 kgs</b>	<b>305lbs</b>	<b>138 kgs</b>	<b>1900 lbs</b>	<b>862 kgs</b>

poseé el radio/peso de fuerza más alto de todos los metales. Por lo tanto, estará claro que para una capacidad de grúa dada, los cucharones de magnesio, proporcionalmente cargarán más concreto. Sin embargo, no es probable que esto tenga una importancia económica de la cadena del grupo de más baja capacidad. En la cadena más alta con grandes volúmenes de concreto para ser vaciados, son imposibles importantes ahorros de tiempo.

#### COSTOS

El costo de cucharones y bachas estándares fabricados en acero, variarán de fabricante a fabricante. También dependerá del tipo de acero utilizado, por ejemplo, cucharones de acero corten serán mucho más costosos que aquellos hechos de acero dulce.

Los cucharones de magnesio, por otra parte, son considerablemente más costosos en la cadena hasta e incluyendo una yarda cúbica ( $0.76 \text{ m}^3$ ) de capacidad -en términos generales, -aproximadamente, tres veces más. Con capacidades más amplias -este diferencial se reducirá.

CARACTERISTICAS - CAPACIDADES HASTA 1 YARDA CUBICA ( $0.76 \text{ m}^3$ )

Cualquier equipo de la planta debe ser seleccionado

para realizar una tarea dada, en la forma más eficiente y esta regla general se aplica igualmente para los cucharones para -- concreto.

Los requerimientos fundamentales para cualquier tipo de cucharón:

- a) Apropriada forma de escurrimiento y diseño de conductos de salida que proporcionen un buen control y vaciado.
- b) Facilidad de cargarlo.
- c) Conveniente para la situación de vaciado en cuestión:
  - i) zona de trabajo restringida, o
  - ii) área angosta o abierta en la cual el concreto tiene que ser vaciado.
- d) Resistencia al mal empleo y rotura
- e) Capacidad para cubrir una cadena de requerimientos.

Tomando en cuenta estos factores fundamentales, los pros y los contras, de esas dos filosofías básicas de diseño - pueden ser consideradas en detalle.

## TIPO GIRATORIO

### VENTAJAS

1. La configuración es buena para el vaciado de concreto a baja depresión.

2. Altura de llenado lo más bajo posible.
3. Mejor apropiada para el vacfo en acabados abiertos angostos, por ejemplo, paredes y columnas.
4. Ocupa un menor espacio para la capacidad de vaciado, donde el área de trabajo es limitada.

#### DESVENTAJAS

1. Con concreto a baja depresión, puede ser difícil cargar el cucharón sin una ayuda manual.
2. Donde la altura libre es importante, el gancho de la grúa - ocupa más profundidad, que el de postura permanente.
3. Las instalaciones de vaciado que se encuentran en el fondo y a un lado ocasionan que se tengan que proporcionar cucharones.
4. Ocupa más espacio longitudinal para su capacidad cuando se está llenando.
5. Debido a la acción giratoria, es más difícil colocarlo bajo la mezcladora o el camión de concreto.

El estudio cuidadoso de lo anterior, mostrará que - las ventajas y desventajas funcionan contrariamente. La primera desventaja mencionada puede ser una fuente para disminuir - todo el proceso del concreto. Con frecuencia, esto se puede - superar por medio de placas laterales soldadas, colocadas adi-

cionalmente, para el paso del llenado.

#### MODELO DE POSTURA CONSTANTE

##### VENTAJAS

1. El diseño cónico con amplia salida de vaciado puede compensar el problema de vaciado a baja depresión.
2. Ocupa menor espacio bajo el gancho de la grúa donde la altura libre es limitada en el punto de vaciado.
3. Las variedades permiten un vaciado lateral y de fondo del cucharón.
4. Ocupa menor espacio en el punto de vaciado.
5. Relativamente fácil de colocar bajo la mezcladora o el conducto del camión.

##### DESVENTAJAS

1. Diseño menos favorable para vaciar mezclas a baja depresión.
2. Altura de llenado más alto que el equivalente al tipo giratorio.
3. No es muy apropiado para el vaciado en columnas y paredes.
4. Su uso es más difícil, en lugares restringidos.

Al igual que con los cucharones giratorios, las ven-

tajas y desventajas funcionan contrariamente. Desde el punto de vista de vacfo a baja depresión y mezclas espesas, formas cónicas modificadas y puertas amplias de vaciado, pueden resolver el problema.

La selección del cucharón, para una situación particular será, por lo tanto, evaluar pros y contras de ambos modelos y seleccionar el mejor radio posible. Cualquiera de los dos modelos que se escojan, el diseño debe evitar ángulos inconvenientes en la tolva y que tenga características de fluido suave en la puerta de vaciado.

#### CARACTERISTICAS - CAPACIDADES DE 2 YARDAS CUBICAS Y MAS GRANDES

En la misma forma, deberán aplicarse a las bachas amplias de concreto. Los cucharones giratorios desempeñan un papel más limitado en este campo, ya que la altura de llenado y el espacio ocupado bajo una grúa o gancho transportador, son de poca importancia para la mayoría de esta clase de trabajo. Igualmente, no es apropiado aplicarse el moldaje abierto estrecho y en general, el área de trabajo no está restringida.

Lo mismo se aplicará para las características del modelo de postura constante como ya se ha enlistado previamente.

La consideración principal será para el vaciado que realizan las bachas amplias. Para lograr un alto rendimiento, se necesita de un vaciado rápido (bajo un completo control), - combinado con la posibilidad de controlar el flujo en casos que sea necesario. Con frecuencia, se ve un claro ejemplo de la necesidad dual en la construcción de presas.

El concreto principal necesita colocarse rápidamente y en volúmenes considerables. Si está utilizando una mezcla especial de concreto, se necesitará un mayor control de vaciado, - tanto como para conservar la cantidad utilizada, para el ancho específico, como para evitar el exceso de levantamientos.

Por lo tanto, en estas circunstancias, la puerta de acción directa manualmente operada, no es práctica y generalmente se requiere de la ayuda mecánica, existiendo en la actualidad un gran número de métodos.

La Figura III ilustra lo que probablemente es el modelo más sencillo de mecanismo manual. Se utiliza un mecanismo con engranes para la puerta operado por una rueda manual. Esta rueda controla una varilla en forma de cruz, que contiene piñones, la cual está conectada con segmentos del engrane en las placas laterales de la puerta de vaciado. Las ruedas manuales y -- los piñones se encuentran en ambos lados, y de esta manera el --

vaciado puede efectuarse por ambos costados mientras asegura -- que la acción de apoyo se aplica igualmente en ambas secciones de la puerta.

Con este método, el control es positivo, pero la operación es relativamente lenta. Los métodos eléctricos tienen - que utilizarse cuando es indispensable, el alto porcentaje de - capacidad de vaciado en conductos rápidos. El método eléctrico más común, es por medio de émbolos de percusión hidráulicos que abre y cierran la puerta, la cual generalmente es un cucharón de doble pala. Fig. IV. Cuando la bacha descende hasta el pun to de vaciado, se le conecta una tubería neumática a través de una rápida acción acoplado y comprimiendo aire que es utilizado para activar los émbolos de percusión, logrando abrir y cerrar la puerta. Cuando se termine esta operación, la tubería neumática se desconecta para utilizarla en la siguiente bacha. Un método opcional utiliza energía hidráulica. Fig. V, diseñada para acelerar el vaciado y proporcionar un control más rápido del conducto de salida. La bacha ilustrada de 4 yardas - cúbicas ( $3 \text{ m}^3$ ) tiene una puerta giratoria, con cucharón de do ble pala operado hidráulicamente diseñada para el uso de grúas o transportadores. En la operación, la bacha es transportada por dos cables a un travesaño suspendido desde la grúa o el -- gancho del cable transportador. Cada cable es unido a la vari lla del pistón del émbolo de percusión del acumulador. Cuando

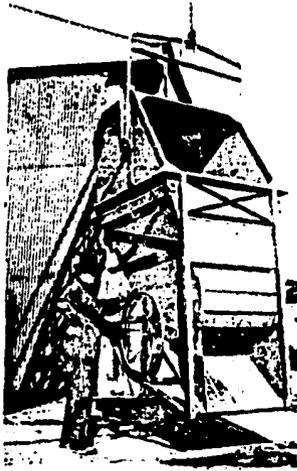


Figura III.

MECANISMO DE ENGRANE PARA EL CONDUCTO DE SALIDA EN UN  
CUCHARON GIRATORIO DE 2 YARDAS CUBICAS (1.53 m<sup>3</sup>)

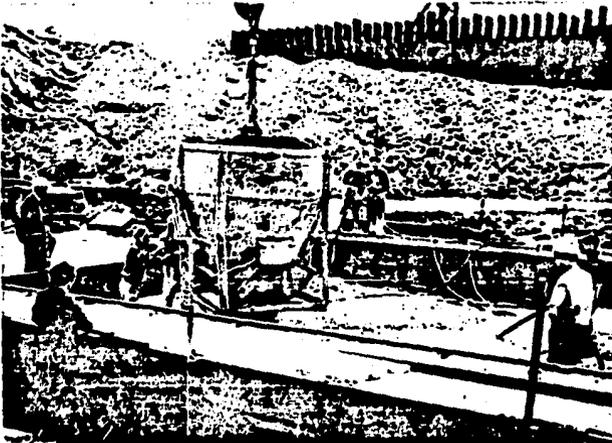


Figura IV

BACHA DE 4 YARDAS CUBICAS (3 m<sup>3</sup>) CON MECANISMO DE AIRE.  
PARA EL CONDUCTO DE SALIDA



Figura V.

BACHA DE 4 YARDAS CUBICAS ( $3 \text{ m}^3$ ) CON CONDUCTO DE SALIDA  
GIRATORIA CON CUCHARON DE DOBLE PALA OPERADA  
HIDRAULICAMENTE.

se levanta la bacha, su peso de carga genera una presión hidráulica en los acumuladores, los cuales a su vez, alimentan una válvula que controla el abrir y cerrar de la puerta. Para vaciar la bacha el operador jala una pequeña cuerda la cual activa la válvula. Liberando la cuerda la puerta se cierra automáticamente. Por este medio, cualquier cantidad de vaciado parcial deseado no presenta ningún problema.

Se afirma que con este método, es posible lograr un vaciado más rápido que con los émbolos de percusión hidráulica -donde la tubería neumática tiene que ser conectada y desconectada ocasionando demoras mientras la presión activa el sistema.

## SELECCION

Al seleccionar un cucharón o bacha para un uso particular, se necesitará de una debida atención para tomar en -- cuenta las tres secciones principales ya especificadas: capacidad necesaria; factores de peso y costo; características -- deseadas. Al tomar en cuenta estos factores el contratista -- también necesita considerar las siguientes preguntas generales:

- a) ¿Qué tan importante es la necesidad de carga útil máxima de concreto por cada levantamiento?
- b) ¿Es más importante la necesidad de un ciclo operacional efic

trico de abrir y cerrar el conducto que el peso del cucharón?

- c) ¿Qué demuestra la experiencia pasada en cuanto al mal empleo del área y mala distribución del tipo de trabajo en cuestión?
- d) El tipo de forma en el cual el concreto va a ser colocado
- e) Facilidad de mantenimiento

#### **PRACTICA DE FUNCIONAMIENTO**

La bacha para concreto siempre forma parte de una cadena de acontecimientos y por lo tanto, es importante que cumpla su función de la manera más eficiente.

#### **MANTENIMIENTO**

Las opiniones de lo que constituye un adecuado mantenimiento, empleo y rotura puede variar considerablemente. - Se puede pensar que, el encargado de la obra y aquellos que -- utilizan el equipo no piensan de la misma manera. Cuando se -- utiliza equipo mecánico, la necesidad de mantenimiento para -- conservar las ruedas en buen estado, no es muy difícil de entender aún cuando no se tenga mucha experiencia. El interés tiende a desaparecer cuando no se emplea una maquinaria compleja. Esta situación surge frecuentemente si se reflexiona en la ca-

lidad del área de control. No hay excusa para los cucharones que estén cubiertos externamente de concreto endurecido o puertas que no funcionen debido a esta situación.

El método tradicional para evitar la adhesión de concreto en la parte externa de los cucharones y otros instrumentos, se ha podido evitar con una ligera capa de diesel limpiado con un émbolo de percusión. Sin embargo, hoy en día, la introducción de agentes químicos que secan rápidamente después de su aplicación, han satisfecho esta necesidad. Cubriendo una vez al día, las superficies externas de los cucharones, mezcladoras, etc., con tales agentes, evita la adhesión de concreto y facilita la limpieza en este trabajo.

Es importante un adecuado engrase y lubricación del mecanismo de las puertas y a la vez, una adecuada atención a los sistemas hidráulicos y de aire respecto a las bachas de amplia capacidad.

Cuando se utilizan cucharones de aleación no se debe olvidar que las reparaciones necesitan una técnica especial de soldadura. La soldadura normal, negligentemente utilizada, para las bachas de magnesio, por ejemplo, sería como poner el metal al fuego con resultados espectaculares y costosos.

## BACHAS ACUATICAS

La colocación de concreto bajo el agua necesita técnicas especiales donde esta operación tiene que realizarse por medio de bachas, el diseño debe ser apropiado.

La Fig. VI ilustra gráficamente este tipo de bacha. Un protector o recubrimiento externo, abierto en el fondo, envuelve toda la bacha. En la posición cerrada o de carga de la bacha, el recubrimiento simplemente forma una envoltura exterior. Para funcionar, la bacha se llena, hasta su máximo, con concreto y se extienden toldos pesados sobre la superficie para proteger los contenidos cuando se desciende al agua.

Cuando se coloca la bacha en la posición correcta, el concreto se vacía automáticamente -al levantar la bacha lentamente-, los conductos de salida o puertas del fondo se abren. Durante esta operación, el recubrimiento permanece en el fondo, proporcionando, al concreto que se está vaciando, un protector contra el agua y contra cualquier situación que pueda surgir.

Al término de esta operación, se levanta del agua la bacha ya abierta.

El uso de bachas para trabajos de concreto acuático

ha disminuido con los años, ya que actualmente, se utilizan pilotes para trabajos acuáticos o se construyen estructuras de -- concreto flotantes que posteriormente son hundidas sobre fondos, de antemano preparados.

Por lo tanto, se debe estar consciente que es necesario ordenarlas especialmente, ya que los fabricantes no tienen la suficiente demanda para tener una existencia disponible. En general las hay desde una yarda cúbica ( $0.76 \text{ m}^3$ ) de capacidad hasta 4 yardas cúbicas ( $3 \text{ m}^3$ ) y hasta más grande.

#### BACHAS Y CUCHARONES ESPECIALES

Los principales fabricantes de bachas y cucharones para concreto, generalmente se encuentran en la mayor disposición de proporcionar un servicio para el diseño y construcción de cucharones para aplicaciones especiales y para los requerimientos particulares del consumidor. La posible variedad es tan grande que este trabajo no podría cubrir el tema. Cuando surgen necesidades especiales e individuales el problema se solucionará con la consulta del fabricante.

Con frecuencia, las compañías especializadas en este campo, fabrican equipo auxiliar para mejorar la capacidad de operación del cucharón, en relación con otros métodos de distribución del concreto.

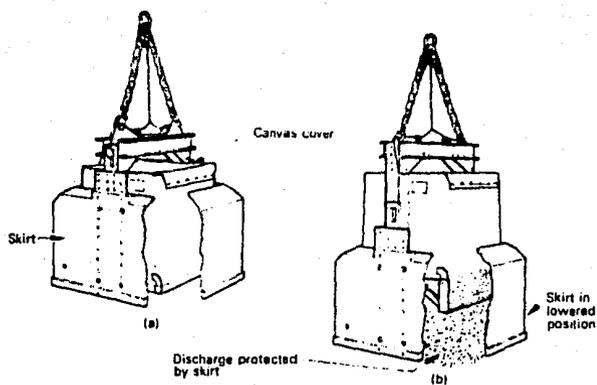


Figura VI.

### BACHA ACUATICA

- a) LLENADO Y DESCANSO DE LA BACHA
- b) VACIADO

**ANALISIS DE PRECIOS Y RENDIMIENTO A DIFERENTES ALTURAS**

Modelo: **GRUA TORRE**  
 Capacidad: **5 Ton en Punta**

Modelo: **BPR SERIE 100**  
 Capacidad: **CON ACCIONIOS**

**DATOS GENERALES:**

1) Fecha de uso: **Abril 1984** 6) Valor Base (V) **80 % 1,190,000** Coef. de almacenaje (H) **0.01**  
 2) Precio A.I. **5,950,000.00** 7) Valor Económico (V<sub>E</sub>) **24,000** Hrs. 12) Fact. de mant. (M) **0.9**  
 3) Precio A.M. \$ \_\_\_\_\_ 8) Precio Int. Zonal (I) **78 %** 13) Motor de **25** H.P.  
 4) Precio \$ \_\_\_\_\_ 9) P. por año (H) **2000** hrs/año 14) Fac. Operación \_\_\_\_\_  
 5) Val. Inicial (V<sub>I</sub>) **5,950,000.00** P. Anual Repara. (R) **0.02** 15) Potencia Op. \_\_\_\_\_ H.P.

**I. CARGOS FIJOS.**

a) DEPRECIACION:  $D = (V_i - V_r) / V_e =$  \_\_\_\_\_ \$ **198.33** /Hr.  
 b) INVERSION:  $I = (V_a + V_r) / 1/2 H_a =$  \_\_\_\_\_ \$ **1988.80** /Hr.  
 c) SEGUROS:  $S = (V_a + V_r) / s / 2 H_a =$  \_\_\_\_\_ \$ **55.70** /Hr.  
 d) ALMACENAJE:  $A = P_a X D =$  \_\_\_\_\_ \$ **1.98** /Hr.  
 e) MANTENIMIENTO:  $T = Q X D =$  \_\_\_\_\_ \$ **178.80** /Hr.  
 SINI CARGOS FIJOS POR HORA = \$ **1699.70** /Hr.

**II. CARGOS POR CONSUMO**

a) COMBUSTIBLE E:  $C \times P_c$  (c es la cantidad de combustible por hora, y P<sub>c</sub> el prec. del combustible);  
 DIESEL: E:  $0.1514 \times$  \_\_\_\_\_ HP.sp. X \$ \_\_\_\_\_ /lito. \$ \_\_\_\_\_ /Hr.  
 GASOLINA E:  $0.2271 \times$  \_\_\_\_\_ HP.sp. X \$ \_\_\_\_\_ /lito. \$ \_\_\_\_\_ /Hr.  
 b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA:  $0.746 \times$  **25** H.P. X \$ **7.90** kw/hr. \$ **147.53** /Hr.  
 c) LUBRICANTES L:  $a \times P_l$  (a es la cant. de aceite por h. y P<sub>l</sub> el prec. aceites.  
 CAPACIDAD CARTER C: \_\_\_\_\_ lts. Cambios aceite:  $t =$  \_\_\_\_\_ hrs.  
 $C = C/c + 0.0030 \times$  \_\_\_\_\_ HP.sp. = \_\_\_\_\_ lts/hora.  
 $L =$  \_\_\_\_\_ lts/hora X \$ \_\_\_\_\_ /lts. \$ \_\_\_\_\_ /Hr.  
 d) Mantas:  $Ll = \frac{VII}{IV}$  (valor Mantas) \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_ /Hr.  
 (ver deconf. en hrs.)  
 e) Otros consumos \_\_\_\_\_ **GRASAS** \$ **55.60** /Hr.  
 SINI CARGOS CONSUMO POR HORA: \$ **200.98** /Hr.

**III. CARGOS POR OPERACION**

	SALARIO BASE	FACTOR	SALARIO REAL
OPERADOR <b>GRUA TORRE</b>	\$ <b>1546.80</b>	\$ <b>1.5868</b>	\$ <b>2453.55</b>
<b>AYUDANTE</b>	\$ <b>938.40</b>	\$ <b>1.8668</b>	\$ <b>1899.05</b>
<b>PEON</b>	\$ <b>680.00</b>	\$ <b>1.6344</b>	\$ <b>1111.40</b>
Salario/Turno promedio: $Sot =$ _____ \$ <b>5188.00</b>			
Horas/Turno promedio: $H =$ <b>5.6</b> horas. X _____ (fact. vend. de operación)			
Operación: $O = Sot/H =$ <b>5188/5.6</b>			\$ <b>915.71</b> /Hr.
SINI CARGOS OPERACION POR HORA:			\$ _____ /Hr.
COSTO HORA MAQUINA DIRECTO (H. M. D.)			\$ <b>2816.40</b> /Hr.

## CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LA "GRUA TORRE"

Segun datos obtenidos de varias visitas a obras, las cuales - utilizaban Grúa Torre, se saco en conclusión que un ciclo completo, es decir llenar la bacha, subirla, descargarla y bajar tarda -- cuatro minutos en cien metros.

De lo anterior partiremos para sacar nuestro rendimiento para varios niveles . Utilizaremos una bacha de  $1 \text{ M}^3$  .

Tenemos que tarda en subir un minuto y otro minuto al bajar - es decir tarda dos minutos y dos minutos en llenar y vaciar la --- bacha .

Empezaremos a los 5 mts.

$$\begin{array}{l} 100\text{mts} \text{ --- } 2 \text{ min} \\ 5\text{mts} \text{ --- } X \end{array} \quad = 0.1 \text{ min} = 6 \text{ seg}$$

$$\begin{array}{l} 100\text{mts} \text{ --- } 2 \text{ min} \\ 10\text{mts} \text{ --- } X \end{array} \quad = 0.2 \text{ min} = 12 \text{ seg}$$

$$\begin{array}{l} 100\text{mts} \text{ --- } 2 \text{ min} \\ 15\text{mts} \text{ --- } X \text{ min} \end{array} \quad = 0.3 \text{ min} = 18 \text{ seg}$$

$$\begin{array}{l} 100\text{mts} \text{ --- } 2 \text{ min} \\ 20\text{mts} \text{ --- } X \end{array} \quad = 0.4 \text{ min} = 24 \text{ seg}$$

$$\begin{array}{l} 100\text{mts} \text{ --- } 2 \text{ min} \\ 25\text{mts} \text{ --- } X \end{array} \quad = 0.5 \text{ min} = 30 \text{ seg}$$

$$\begin{array}{l} 100\text{mts} \text{ --- } 2 \text{ min} \\ 30\text{mts} \text{ --- } X \end{array} \quad = 0.6 \text{ min} = 36 \text{ seg}$$

Y así se seguirá hasta la altura deseada .

A estos valores les tenemos que sumar los dos minutos del ---- llenado y vaciado de la bacha .

La tabla siguiente la tenemos ya con los valores anteriores.

ALTURA en Mts.	RENDIMIENTO 1 M <sup>3</sup> de CONCRETO:
5 .....	2.1 Min.
10 .....	2.2 Min.
15 .....	2.3 Min.
20 .....	2.4 Min.
25 .....	2.5 Min.
30 .....	2.6 Min.
35 .....	2.7 Min.
40 .....	2.8 Min.
45 .....	2.9 Min.
50 .....	3.0 Min.
55 .....	3.1 Min.
60 .....	3.2 Min.
65 .....	3.3 Min.
70 .....	3.4 Min.
75 .....	3.5 Min.
80 .....	3.6 Min.
85 .....	3.7 Min.
90 .....	3.8 Min.
95 .....	3.9 Min.
100 .....	4.0 Min.

Como podemos ver, dependiendo la altura varia pocos segundos --  
Esto es que como el vaciado y el llenado es constante la altura es  
el único factor que alteraría nuestro rendimiento .

## C O N C L U S I O N E S

Como ya se ha mencionado a través del contenido de la presente, el análisis de un precio unitario está estructurado de acuerdo a todas aquellas actividades señaladas en las especificaciones del mismo y valuadas de acuerdo con el importe correspondiente a la fecha del análisis.

Al hacer los costos horarios, se debe estar actualizado en lo referente a tasas de interés, primas de seguros, precios de insumos, salarios de los operadores y el valor de adquisición de la maquinaria. Es recomendable anotar en el costo horario la fecha del análisis y la paridad con la moneda extranjera.

Como se pudo ver, al analizar los cuatro métodos - el más barato es el del Malacate, pero tiene un inconveniente, que cada ciclo solo puede subir  $0.167 \text{ m}^3$ , así que es muy tardado. El siguiente fue el de Peón - Bote, pero tiene el mismo -- problema al anterior.

La continuación a este método fue el de la Grúa Torre y el método más caro fue el del Concreto Bombeado.

Un ingeniero debe estudiar a fondo qué Método se va

a ocupar, como el ejemplo siguiente:

Tenemos la grúa torre que no nada más sirve para colocar el concreto, sino que también sirve para colocar los acabados de las construcciones, maquinaria, instalaciones especiales, etc.

Las grúas torre se han convertido en un equipo común del consumidor (en México empieza) de la industria de la construcción. Desde su introducción, los constructores han mostrado una notable sensibilidad para las necesidades del consumidor y el desarrollo ha estado cerca, y aun por arriba de la demanda sobre todo, las grúas torre han mostrado que los principios fundamentales son extremadamente flexibles y permiten un desarrollo fácil cuyo límite ha sido alcanzado sin lugar a duda.

Otro de los casos es que tenemos que ver quien es el que nos está contratando, si cuenta con el capital suficiente - y en cuanto tiempo quiere la terminación de la obra. Porque se pueden ver los casos siguientes.

Que el contratista necesite la obra lo más rápido, - entonces nosotros tomaríamos una decisión de poner el concreto - por medio de bombas o grúa torre o en su defecto una combinación.

Que el contratista no nos solicite la terminación de la obra en un lapso pequeño, entonces la opción sería poner un Malacate ya que es el más barato y a la vez su producción es -- lenta.

Debemos de tomar en cuenta que se pueden hacer combinaciones con los cuatro métodos, dependiendo del contratista y su acceso a los diferentes niveles de la construcción.

Por todas las razones anteriores el Ingeniero Civil debe estudiar a fondo qué método ocupará para colocar el concreto, ya que con esto se ahorra tiempo, dinero y esfuerzo.

En los métodos de Grúa Torre y Malacate no hay una fórmula empírica para sacar los rendimientos, sino que todo es a base de la experiencia.

Para finalizar debo informar que los cuatro métodos son buenos hay que saberlos aplicar en el problema adecuado para que se logre una obra OPTIMA, es decir, una buena obra, realizada en el menor tiempo posible y con el menor costo, que en sí es una de las metas del Ingeniero Civil.

## B I B L I O G R A F I A

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO.

PRACTICA RECOMENDABLE PARA LA MEDICION, MEZCLADO, TRANSPORTE  
Y COLOCACION.

NUEVA SERIE IMCYC.

MEXICO, D. F.

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A. C.

COLOCACION DEL CONCRETO POR METODO DE BOMBEO.

NUEVA SERIE IMCYC.

MEXICO, D. F.

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A. C.

COLOCACION DEL CONCRETO POR MEDIO DE BANDAS TRANSPORTADORAS.

NUEVA SERIE IMCYC.

MEXICO, D. F.

J. R. ILLINGWORTH.

MOVEMENT AND DISTRIBUTION OF CONCRETE.

EL D. MC. GRAM HILL

LONDRES, INGLATERRA

ING. CARLOS SUAREZ SALAZAR.  
COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION.  
E. D. LIMUSA.  
MEXICO, D. F.

LOUIS DALLAVIA.  
ESTIMATING GENERAL CONSTRUCTION COST.  
E.D. F. W. DODGE.  
E. U. A.

R. L. PEURIFOY.  
METODOS, PLANEAMIENTO Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION.  
ED. DIANA.  
MEXICO, D. F.

MARCOS FARRADI.  
CONSTRUCCION Y CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS DE CONCRETO.

JUAN DE CUSA.  
MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION Y OBRAS PUBLICAS.  
ED. CEAC.

J. LINGER.  
LA OBRA. TOMO I Y 2'  
ED. TECNICOS ASOCIADOS, S. A.  
ESPAÑA, 1972.

MAURIER REVEL.

LA PREFABRICACION EN LA CONSTRUCCION.

ED. URMO, S. A.

ESPAÑA.