

2661

FACULTAD DE INGENIERIA

U. N. A. M.

**INSTRUCTIVO SOBRE PROCEDIMIENTOS Y EQUIPO PARA FABRICACION  
Y TRANSPORTE DE CONCRETO**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**I N G E N I E R O C I V I L**

p r e s e n t a:

**ALIRIO MIGUEL CORNEJO Y ZAMORA**

México, D. F.

1963



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

A mi madre con todo cariño

A mi padre

A la memoria de mi hermano

A mi hermana

**A mis maestros, muy especialmente  
al Ing. Roberto Sánchez Trejo.**

**A mis superiores y compañeros de trabajo**

**A mis compañeros y amigos.**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA.  
Dirección.  
Núm. 73-  
Exp. núm. 73/214.2/-1.

Al Pasante señor Alirio Miguel CORNEJO Y ZAHORA,  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que - aprobado por esta Dirección propuso el señor profesor Ingeniero Roberto Sánchez Trejo para que lo desarrolle como tesis en su exámen profesional de Ingeniero CIVIL.

"INSTRUCTIVO SOBRE PROCEDIMIENTOS Y EQUIPO  
PARA FABRICACION Y TRANSPORTE DE CONCRETO".

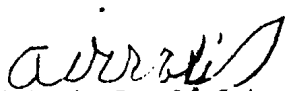
Introducción

Generalidades sobre Tecnología del Concreto  
Equipo y Procedimientos para Dosificación y Mezclado.  
Equipo y Procedimientos de Transporte  
Conclusiones

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar exámen profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
México, D.F., a 24 de octubre de 1963.  
EL DIRECTOR

  
Ing. Antonio Dovalí Jaime.

  
ADJ/MMO/nvb.

# INSTRUCTIVO SOBRE PROCEDIMIENTOS Y EQUIPO PARA FABRICACION Y TRANSPORTE DE CONCRETO.

INTRODUCCION

Pag. 2

GENERALIDADES SOBRE TECNO  
LOGIA DEL CONCRETO.

Pag. 5

EQUIPO Y PROCEDIMIENTOS PARA  
DOSIFICACION Y MEZCLADO.

Pag. 18

EQUIPO Y PROCEDIMIENTOS DE  
TRANSPORTE.

Pag. 70

CONCLUSIONES

Pag. 89

## CAPITULO I

### 1.- INTRODUCCION.

Cuando el concreto se empezó a usar, casi nada se sabía de la Tecnología del Concreto y de los muchos factores variables que deben ser minuciosamente regulados para que el resultado final sea satisfactorio.

Con el tiempo se vinieron a conocer los primeros equipos mezcladores mecánicos, los cuales empezaron a ayudar a la obtención de concreto de mejor calidad.

El desarrollo y práctica de la teoría de la influencia de la relación agua cemento, así como la cuidadosa selección de los materiales por ligar, en conjunción con un control más exacto en la producción del cemento portland, abrió el camino a la producción científicamente controlada del concreto actual.

Se tienen en la actualidad grandes plantas dosificadoras y mezcladoras de concreto, las cuales cuentan con el equipo indicado para el control preciso de la dosificación y el mezclado.

También han habido grandes adelantos en los métodos de transporte, compactación y curado, dando por resultado la obtención -

de mejores concretos.

El Cemento Portland es el producto obtenido por la fina pulverización del clinker; éste se obtiene por la calcinación hasta un grado de fusión incipiente de una mezcla artificial y convenientemente dosificada de materiales arcillosos y calcáreos, sin ninguna adición posterior, excepto yeso anhidro ó hidratado.

Caliza.

Clinker:

Sílice.  
Arcilla: Aluminio,  
Fierro.

En la actualidad se admiten cinco tipos diferentes de Cemento Portland:

Tipo I Cemento Normal para usos generales.

Tipo II Cemento Modificado.

Tipo III Cemento alta resistencia a corta edad.

Tipo IV Cemento de bajo calor de fraguado.

Tipo V Cemento resistente a los sulfatos.

También se usa en gran cantidad el cemento portland puzolánico.

Las puzolanas son materiales silíceos que se usan para mejorar las propiedades de los agregados.

También se conocen los cementos aluminosos, los cuales no se fabrican en México. Estos cementos endurecen muy rápido, en 24 horas tenemos casi la misma resistencia que a los 28 días de un ce-



mento normal. Durante el fraguado desprenden gran cantidad de calor.

El concreto tiene muy diversas propiedades, al formarse pasa por distintos estados, por lo cual es necesario distinguir entre:

- 1.- Concreto fresco ( aún no fraguado, suelto ).
- 2.- Concreto endurecido ( compactado y endurecido ).

Las propiedades fundamentales del concreto fresco son:

Dosificación, consistencia y trabajabilidad, peso unitario y consumo de materiales.

Las propiedades más importantes del concreto endurecido desde un punto de vista práctico son:

Resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y deformación de rotura, resistencia al corte, resistencia al desgaste, contracción de fraguado, coeficiente de dilatación lineal, impermeabilidad, comportamiento a las heladas y a las altas temperaturas, comportamiento a los ataques químicos.

En la actualidad existe una gran cantidad de literatura sobre los estudios que se han hecho de este material. En el presente trabajo se tratará de dar algunas ideas sobre los equipos de dosificación, mezclado y transporte que actualmente están al alcance de los Ingenieros dedicados a este ramo.

## CAPITULO II

### II.- GENERALIDADES SOBRE TECNOLOGIA DEL CONCRETO.

Sabiendo que la calidad del concreto depende de las características físicas de los materiales y en gran parte también de la buena ejecución de las obras de construcción, se hace necesario la inspección de las mismas, para asegurar que el trabajo se ejecute en forma conveniente, de acuerdo con los planos y especificaciones y mediante el empleo de métodos constructivos satisfactorios.

A pesar de las variaciones que normalmente presentan los materiales que se están usando, se debe lograr una uniformidad en el concreto.

Se tiene el conocimiento de las características medias generales de todos los materiales, las cuales sirven de base para la obtención de concretos especificados, pero en realidad ninguno de los materiales que integran un concreto puede ser tan uniforme en su calidad que se pueda considerar que este primer dato sea suficiente para proseguir con él todo el tiempo de la obra. Los agregados presentarán variaciones de densidad, absorción, etc., y en to

das y cada una de sus cualidades.

También tenemos que los cementos aunque corresponden a un tipo determinado, pueden presentar variaciones, suficientes para producir resultados distintos a los previstos, en consecuencia se hace indispensable tener el conocimiento previo de como van presentándose todas aquellas variaciones que pueden originar un resultado distinto al esperado. El Control viene a poner en antecedentes al Ingeniero de la obra, para que dicte las medidas necesarias en forma oportuna y se logre al finalizar, la homogeneidad en la calidad resultante de los concretos.

Atendiendo a las razones anteriores, el Laboratorio tiene como función primordial, prevenir cualquier variación y poner el remedio adecuado para dejarla sin efecto.

Por lo que respecta al control, el Laboratorio debe dar a conocer, mediante el registro contínuo y ordenado de todos y cada uno de los valores encontrados en cada paso que se vaya siguiendo a través de la construcción, la calidad de los materiales y uniformidad de los trabajos ya ejecutados; es decir, se debe llevar un antecedente histórico de la obra que permita conocer, a la vez que las calidades, las cantidades de trabajo ejecutado, el tiempo que se ha necesitado para desarrollarse y el costo que resulta de las operaciones desempeñadas.

De este control se pueden desprender datos de suma importancia que permitan a la Inspección conocer en un momento dado las -

condiciones de la obra que ha ejecutado y prevenir las necesidades posteriores para la terminación del trabajo.

Para que satisfaga su objeto un Laboratorio, se hace indispensable estar estudiando y observando todos los pasos necesarios que se deben seguir para llegar al resultado final, por tanto, se debe establecer una Inspección regular de todos los aspectos que interesen, e ir registrando las variaciones que se vayan notando; para ello será necesario tener en el sitio de la obra un pequeño Laboratorio, en el cuál se puedan desarrollar estudios de rutina que servirán para marcar las variaciones, lo cuál permitirá rechazar un material ó bien aceptarlo si se considera que todavía es capaz de quedar incluido dentro de las características aceptables que se hayan especificado.

Para lograr lo anterior, además de la instalación del Laboratorio de Campo, deberá adiestrarse y organizar un personal que pueda atender en forma continúa, todas las maniobras que se necesitan para la obtención tanto de agregados como del concreto mismo hasta su terminación.

El Laboratorio deberá emprender pruebas continuas desde la explotación de los agregados hasta la colocación, terminación y cuidado necesario del concreto.

La inspección de obras de concreto incluye los siguientes puntos.

1.- Identificación, exámen y aceptación de materiales.

- 2.- Pruebas de campo de los materiales.
- 3.- Control de proporcionamiento y dosificación.
- 4.- Control de consistencia del concreto.
- 5.- Exámen de moldes y trabajos preparatorios.
- 6.- Control de mezclado.
- 7.- Control de transporte.
- 8.- Control de colocación.
- 9.- Control de vibrado (consolidación).
- 10.- Control de acabado.
- 11.- Control de curado.
- 12.- Control de resistencia.
- 13.- Exámen minucioso del equipo material y humano del Contra-  
tista.
- 14.- Control de producción.
- 15.- Informe detallado de la inspección.

INSPECCION DE LOS AGREGADOS.- Considerando cualquier tipo de agregados, un aspecto muy importante es su granulometría.

Las variaciones granulométricas que permiten la elaboración de concretos, manejables y económicos, quedan dentro de un márgen bastante grande pero sin embargo, mientras más se alejan de la proporción ideal, gravan más el costo del concreto, ya que al aumentar el volúmen de huecos, éstos se deberán llenar con finos, cementos ó adiconantes, que cuestan más, y aún con ellos no se-

Igualan las características de manejabilidad, con las de un concreto con materiales inertes idealmente graduados.

La manejabilidad de un concreto depende principalmente de la granulometría de los agregados y manifiesta además si esta manejabilidad no es adecuada.

La forma de las partículas del agregado, influye también grandemente en la manejabilidad de un concreto, pues a medida que su forma es más irregular, el problema del acomodamiento de sus partículas es más difícil, presentándose porcentajes de vacíos mayores, lo cuál se traduce en un mayor consumo de cemento.

**SELECCION DE AGREGADOS.**- De los agregados disponibles se debe seleccionar el más económico, pero siempre satisfaciendo las especificaciones referentes a la calidad y cantidad.

El Inspector deberá supervisar la localización, la cantidad, los resultados de pruebas de Laboratorios y disponibilidad del banco para saber si el material debe usarse.

Si solamente se encuentran agregados de baja calidad se deben permitir arreglos en el diseño y cambios en la norma de calidad ya que muchas deficiencias de los agregados, pueden compensarse con los otros componentes del concreto.

**PROCESO Y MANEJO DE AGREGADOS.**- El proceso de agregados puede incluir diversas operaciones en varias secuencias, las cuales dependen de la materia prima.

1.- Separaciones en fracciones mediante cribado.

- 2.- Lavado.
- 3.- Clasificación.
- 4.- Mezclado.
- 5.- Triturado.
- 6.- Molienda.
- 7.- Almacenamiento.

El principal objeto del procesamiento de agregados, es proporcionar un producto ó productos que sean uniformes, libres de materiales objetables, limpios y de calidad satisfactoria.

Aún cuando los materiales de banco sean aceptables, el Inspector debe exigir la separación de los materiales, en fracciones de tamaños límites individuales, suficientemente estrechos para que no ocurra una segregación objetable.

El primer paso en este proceso es la reunión y tratamiento de todos los supratamaños, los cuales algunas veces se emplean y otros es más barato desperdiciarlos.

Las subdivisiones generalmente van de acuerdo con el tamaño máximo del agregado. Debe considerarse como mínimo la separación en arena y grava pero siempre es conveniente y se obtienen mejores resultados cuando la grava todavía se subdivide en diferentes grupos.

Así la subdivisión ó clasificación que debe darse a los agregados es en términos generales la siguiente:

Para agregados con tamaño máximo de 38 mm. convendrá tener: Arena

ner: Arena menor de 4.8 mm. y con tamaño de 19 mm. a 38 mm.

Si el tamaño máximo del agregado es de 76 mm. ó 150 mm. --- (3" ó 6") las siguientes subdivisiones deberán hacerse precisamente en los tamaños indicados correspondiendo entonces a cada uno de los tamaños máximos de los agregados tener 2 ó 3 subdivisiones de la grava.

Tenemos por lo tanto nuestra separación:

3/16" a 3/8", 3/8" a 3/4", 3/4" a 1 1/2", 1 1/2" a 3" y 3" a 6"

, Para concretos masivos no se han encontrado ventajas importantes, usando agregado grueso mayor de 6", cuando el abastecimiento del material de 6" es adecuado. Sin embargo, se puede permitir el uso de agregados de 8" y 10" para corregir parcialmente las deficiencias en el abastecimiento de material entre 3" y 6" cuando esta sustitución no afecta los procedimientos establecidos de cribado, dosificado, mezclado, consistencia y colocación.

El Inspector debe tener especial cuidado en la vigilancia de los infratamaños pues a través de muchos ensayos y observaciones prácticas, se ha concluído que el único infratamaño significativo y potencialmente perjudicial es el que pasa por una malla que tiene una abertura de aproximadamente 5/6 de la dimensión mínima nominal de la fracción del agregado.

Por este motivo las especificaciones del Bureau of Reclamation han requerido que la separación y manejo de agregados gruesos sea tal que, al dosificarse, el porcentaje en peso de los infratamaños significativos no exceda del 3% al ensayarse en las



mallas de prueba que tienen una abertura de  $5/6$  del tamaño mínimo nominal del material. Si se lleva a cabo un cribado final en la planta dosificadora resulta práctico limitar los infratamaños -- significativos al 2%.

Los tamaños máximos recomendables para distintos tipos de estructura pueden ser los siguientes:

Dimensión mínima en una sección, mm.	Tamaño máximo del Agregado en mm.		Losas	
	Muros, trabes y columnas reforzadas.	Muro sin refuerzo.	muy reforzadas.	poco reforzadas.
65 a 125	13 a 19	19	19 a 25	19 a 38
150 a 180	19 a 38	38	38	38 a 76
300 a 750	38 a 76	76	38 a 76	76
760 ó mayor	38 a 76	150	38 a 76	76 a 150

**CONTROL DE CAMPO EN EL CRIBADO.** - Se mantiene mediante muestreos y ensayos de granulometría rutinarios, infratamaños y -- otras propiedades especificadas.

Para llevar a cabo los análisis granulométricos de la arena se deben exigir los siguientes pasos:

1. - Separar la muestra húmeda antes de secar en las cantidades siguientes dependiendo del módulo de finura general de la -- arena sujeta a prueba.

Módulos de Finura.

2.50 a 3.50

Peso en gramos.

400 a 800

1.50 a 2.50  
0.50 a 1.50

200 a 400  
100 a 200

2.- Secar la muestra completamente y separarla en las mallas standar.

3.- Después del cribado pesar cada parte con aproximación al gramo colocando la arena de cada malla en montones separados;-- de esta manera se tiene una impresión visual de la granulometría.

4.- Calcular el porcentaje al número entero más cercano.

5.- Determinar y estudiar la cantidad parcial retenida en la malla visualmente y en porcentaje.

LAVADO.- No se debe exigir en todo el material procesado - pero sí cuando la arena contenga 1% ó más de humedad.

Quando el material esté muy sucio ó contenga terrones de arcilla, se deberán usar raspadores rotatorios.

El agregado grueso puede lavarse ya sea mediante chorros de agua durante el cribado ó mediante el lavador de almacenamiento.

La arena húmeda debe drenarse a un contenido constante de humedad antes de colocarse en los sitios dosificadores, pero debe -- conservarse húmedo para evitar la segregación de la fracción # 8.

Quando la arena se vaya a producir por medio de trituración ó molienda de piedra ó grava, la inspección deberá exigir los análisis requeridos para establecer la calidad del producto que pueda -- obtenerse con el equipo más adecuado disponible.

Para la fabricación del agregado grueso se debe usar primera-

mente la quebradora de Quijadas y después la quebradora de Campana. En la trituración primaria se usa la de Quijadas que deja el producto aplanado con aristas afiladas, en la trituración secundaria, éstas aristas desaparecen obteniéndose de esta manera un agregado de buena calidad.

TRANSPORTE.- El transporte de los agregados debe ser cuidadosamente vigilado desde el punto de vista de las variaciones que en este movimiento pueda tener el material de que se trata. La atención que se debe prestar a este aspecto llega a su mínimo cuando se tiene un máximo de subdivisiones, puesto que en este caso el manejo de los materiales origina menos alteraciones granulométricas que en otros casos.

ALMACENAMIENTO.- El almacenamiento de los agregados debe ser objeto de la inspección puesto que al hacer movimientos de los mismos, se pueden originar segregaciones importantes que pueden alterar las características y las cualidades finales del concreto.

Los métodos de almacenamiento en pilas deben controlarse para evitar la contaminación, la rotura ó la segregación de los agregados.

Entre los métodos más comunes de almacenamiento podemos citar los siguientes:

1.- Uso de Bulldozers, a los cuales se les deben permitir solamente recorridos cortos hacia arriba en pendientes no menores de -

3:1.

2.- Uso de grúas colocando el material por capas.

3.- Uso de Bulldors trabajando en un casco pequeño de material horizontal y radialmente a medida que el material se deposita mediante un transportador de banda.

En caso de que el material estando en la planta no cumpla -- con las normas de buena calidad, el Inspector podrá exigir un -- cribado final en la planta dosificadora, para eliminar los defec-- tos de manejo y almacenamiento,

Este método es el mejor para producir un mínimo de Infratama-- nos significativos y de segregación en los materiales, al descar-- garlos en los depósitos dosificadores.

Esta práctica se ha seguido en forma extensa y actualmente -- se requiere generalmente en todas las especificaciones del Bu---reau.

Con el cribado final en la planta todo el cribado y trata--- miento preliminar del material pasa a un segundo término, ya -- que lo que interesa en primer lugar al Inspector es que el pro-- ducto terminado sea adecuado al dosificarse.

Cuando sea necesario instalar una planta de trituración y -- clasificación de materiales inertes se deberán observar los si--- guientes puntos:

1.- De que clase de explotación se trata: Cantera, produc-- ción de balasto, arenero, mina u otra explotación.

2.- Tipo del Material.

- a).- Naturaleza.
- b).- Peso por m<sup>3</sup>.
- c).- Porcentaje de humedad.
- d).- Contenido de impureza (tierra, arcilla, lodo, etc.)
- e).- Dureza (Resistencia a la rotura).
- f).- Es muy abrasivo.
- g).- Es resbaloso.
- h).- Es pegajoso.

En casos especiales enviar una pequeña muestra.

3.- Capacidad requerida por hora en toneladas métricas ( ó en metros cúbicos.

Tonelaje promedio.

Tonelaje máximo diario.

Cuántas horas diarias de trabajo están previstas.

4.- Dimensiones máximas de los materiales: Especificar los tamaños máximos normales de la explotación, indicando las tres -- dimensiones en milímetros.

5.- Granulometría del producto terminado.

Especificar cuales son los tamaños requeridos, después del cribado, al final de toda la operación, y que porcentaje de cada uno. Especificar si hay necesidad preponderante de una ó mas granulometrías determinadas.

6.- Que porcentaje de elementos que tengan ya la granulometría - requerida existe en el material de explotación, con el objeto de determinar si es conveniente hacer una previa clasificación antes de la trituración. Con el mismo fin, indicar también que porcentaje de finos no necesarios hay en el material- para eliminarlos antes de la trituración,

7.- Hay que cribar en seco ó con agua.

8.- Disponibilidad de agua en metros cúbicos por hora, y su temperatura normal.

9.- Como viene transportado el material de explotación a la planta de trituración y si es almacenado antes de la trituración.

10.- Como viene evacuando el producto terminado y si es almacenado en tolvas ó en montculos.

- 11.- Que capacidad de tolvas almacenadoras es requerida para -- cada una de las granulometrías del producto terminado y si -- deben ser metálicas, de concreto ó de madera.
- 12.- Que energía motriz hay disponible ó se prefiere.
  - a).- Motores Diesel (única ó individuales).
  - b).- Motores de gasolina.
  - c).- Motores eléctricos (indicar voltaje, fases y ciclaje).
  - d).- Altura de la Planta S. N. M.
- 13.- Que maquinaria ó que motores tienen ya en su disposición.
- 14.- La instalación está prevista en terreno plano ó se puede uti-- lizar pendientes.
  - a).- Si es plano, cuales son las características del suelo, - pensando en posibles excavaciones.
  - b).- Si es en pendiente sírvase enviar un plano con el per-- fil del terreno y las curvas de nivel.
- 15.- Si se ha previsto ya un particular esquema para la instala-- ción ó para la utilización de determinado equipo, sírvase - indicarlo, adjuntando todos los datos más importantes y un - pequeño plano de los emplazamientos previstos para la insta\_ lación.
- 16.- Observaciones especiales.

## CAPITULO III

### III.- EQUIPO Y PROCEDIMIENTOS PARA DOSIFICACION Y MEZCLADO.

Dosificación.- Esta operación es uno de los aspectos más importantes y de cuya uniformidad y corrección en su ejecución depende en un elevado porcentaje la calidad del concreto resultante.

Existen dos formas de hacer la dosificación, por peso y por volúmen:

Dosificación por volúmen.- Para que este sistema sea recomendable se requiere que concurren varias condiciones a saber:

1.- Que las medidas ó recipientes de volúmen conocido sean llenados uniformemente hasta el volúmen requerido, haciendo cada vez la operación de enrasar, esto último requiere una persona dedicada expresamente para ello, puesto que de lo contrario nunca habrá la seguridad de estar llenando las medidas en igual forma.

2.- Estado en que se encuentren los materiales por lo que respecta a la humedad especialmente la arena; como es sabido el peso volumétrico de una arena, depende principalmente del contenido de humedad que guarde el material, este fenómeno en las gravas no es perceptible.

3.- Sistema ó forma de llenar la medida, el cual depende a su vez de la persona que ejecute la operación, pudiendo si son distintas, dar cantidades de material diferente aún siendo las mismas medidas.

4.- Factor humano de quien dependen exclusivamente todos los demás factores. La cantidad de energía ó cansancio que guarda el personal dosificador de los materiales por volúman, se refleja en la uniformidad de las medidas, existiendo siempre la tendencia de que a mayor cansancio sean mayores las irregularidades de dosificación.

Este sistema no es recomendable en ninguna forma, salvo donde por la pequeñez de trabajo, no se justifique ni por calidad ni por economía la instalación de dispositivos para pesar.

Todas las irregularidades ocasionadas por este sistema de dosificación, deben ser compensadas por cantidades mayores de cemento, para garantizar que las variaciones de resistencia obtenidas, sean menores y que las mínimas difieran menos del 10% aceptable de la resistencia especificada.

Dosificación por peso.- Esta consiste en obtener cantidades de materiales constantes mediante dispositivos adecuados que den seguridades a las pesadas, usándose para la integración de las revolturas, cantidades de cada uno de los materiales en forma uniforme dentro de la sensibilidad de la báscula ó dispositivo que se use. Constituye la forma más eficaz y segura para ob-



tener no sólo uniformidad en el producto que se elabora, sino --, que permite aprovechar al máximo la calidad de los materiales, -- ya que todas las operaciones de conexión hechas anteriormente se reflejan en el peso final necesario de cada uno de los integrantes del concreto.

En realidad en ninguna obra que requiera un buen concreto -- se debe permitir que los distintos materiales sean dosificados en otra forma, sin embargo, hay que tomar en cuenta el volúmen de la obra, pues cuando hay mayor volúmen se refleja mejor la utilidad y ventaja tanto en calidad como en economía.

Selección del Equipo Dosificador.- La selección de un equipo dosificador de concreto, requiere de un estudio minucioso de las necesidades de la obra; en este punto, el Inspector deberá -- exigir al contratista, un equipo que sea capaz de controlar con precisión y por separado, las cantidades de componentes, además de un personal capacitado para la operación del mismo.

Para la elección de un determinado equipo se deberán tener presentes los siguientes factores:

- 1.- Tipo de Obra.
- 2.- Localización de la Obra.
- 3.- Volúmen total de concreto.
- 4.- Tiempo que se tardará en colocarlo.
- 5.- Producción media m<sup>3</sup>/hora m<sup>3</sup>/turno.
- 6.- Producción máxima m<sup>3</sup>/hora m<sup>3</sup>/turno.

- 7.- Almacenamiento de los Agregados.
- 8.- Almacenamiento máximo de los Agregados.
- 9.- Número de compartimentos requeridos para los Agregados.
- 10.- Almacenamiento del cemento tipo I, tipo II, etc.
- 11.- Almacenamiento de puzolanas.
- 12.- Dosificación del agua (medidor, volúmen ó peso).
- 13.- Cómo se va a recibir el cemento (camión, vía).
- 14.- Cómo se van a recibir los agregados (camión, vía).
- 15.- Cómo se van a depositar los agregados (pluma, elevador, --  
banda transportadora, etc.)
- 16.- Producción requerida de la planta.
- 17.- Número tamaño y tipo de las mezcladoras.
- 18.- Información adicional.

En los puntos 13 y 14 se deberá especificar el tipo de descarga del transporte.

Las especificaciones del Bureau of Reclamation no especifican el tipo ó tamaño del equipo dosificador.

Es por esto que el Inspector debe exigir al contratista que proporcione un equipo capaz de determinar y controlar con precisión la cantidad de cada ingrediente que interviene en el concreto.

La cantidad de cada ingrediente que interviene deberá proporcionarse por peso, excepto el agua que puede determinarse por peso ó por volúmen.

1 El Inspector deberá exigir que el equipo dosificador esté ---  
construido y operado en tal forma que las impresiones combinadas  
en la alimentación y medición de los materiales, no exceda de --  
1 a 2 1/2% para el agua y el cemento y 2% para la arena y cada-  
uno de los tamaños del agregado grueso.

Las especificaciones permiten el paso acumulativo de los In-  
gredientes secos siempre y cuando el cemento se pase en primer-  
lugar.

El equipo de pesado deberá llenar las especificaciones fede-  
rales aplicables y deberá tener una precisión dentro del 0.4% de  
la carga neta pesada. El Inspector deberá exigir que las báscu--  
las y los dispositivos de medición sean revisados periódicamente.

En estos últimos años se han visto muchos adelantos en el --  
equipo para dosificar concreto, los cuales han permitido lograr --  
un mayor rendimiento, mezclas más uniformes y menores costos --  
de operación.

Entre los adelantos más notables se tienen los siguientes:

- 1.- Movilidad de las plantas dosificadoras.
- 2.- Mandos más sencillos y exactos para las pesadas.
- 3.- Sistemas de transporte más eficaces.
- 4.- Secciones de la planta completamente integrales.
- 5.- Mejores métodos para determinar el asentamiento del con-  
creto.
- 6.- Previsión para la instalación futura de accesorios adicio-  
nales.

1 Todas estas ventajas redundan en una operación más económica y efectiva.

Movilidad.- En general se está tendiendo a fabricar los equipos dosificadores para que sean más fáciles de montar y desmontar, ahorrándose de esta manera tiempo y mano de obra.

Los equipos ó plantas dosificadoras se pueden clasificar en -- tres tipos básicos:

- 1.- Permanentes.
- 2.- Portátiles.
- 3.- Móviles.

Las plantas permanentes son las de mayor tamaño, capacidad y rendimiento, pero su montaje requiere más tiempo.

Algunas de ellas son tan grandes como un edificio de ocho pisos y tienen capacidades para 1000 Ton. de agregados y 600 Ton. - de cemento.

El problema de estas plantas es el transporte y erección.

Las plantas portátiles son similares a las permanentes desde el punto de vista de su funcionamiento, pero su capacidad es menor.

La diferencia fundamental entre estos dos tipos, radica en que mientras las plantas permanentes se transportan en porciones separadas para atornillarse en el terreno, las plantas portátiles ya vienen armadas de fábrica, en secciones soldadas convenientemente, - con lo cual se reduce su tiempo de montaje.

Por ejemplo, un silo de agregados completamente armado, puede transportarse con sólo quitar patas de soporte. En la obra las --

patas se instalan mediante una conexión articulada y se levanta como una unidad por medio de una grúa.

Las plantas móviles constituyen la última innovación en este tipo de equipo sobre todo cuando se utilizan para trabajos de pavimentación con grandes volúmenes de concreto, éstas plantas se pueden armar en sólo cuatro horas.

Cada parte integrante de la planta, silo para cemento, silo auxiliar de almacenamiento, depósito de agregado con transportador y mezcladora independiente, está montada en su propio tren, por lo cual puede ser transportada hasta el sitio de trabajo por medio de un tractor de tipo normal.

Debido a las limitaciones del tránsito por carretera, la mayoría de los equipos móviles tienen una capacidad de almacenamiento mucho menor que las plantas portátiles y permanentes.

Los depósitos de agregados pueden tener una capacidad de 16 a 60 M<sup>3</sup>. y son lo suficientemente bajos para que puedan ser transportados con facilidad. Sin embargo, estas limitaciones no afectan notablemente su rendimiento. En los Estados Unidos se han transportado estos equipos acoplados a una mezcladora de 5,75 m<sup>3</sup>. la cual puede producir hasta 175 m<sup>3</sup>. de concreto por hora con tiempos de mezclado de un minuto.

El costo inicial de las plantas móviles, es mayor que el de las portátiles de igual rendimiento, porque en las primeras se emplean ejes, ruedas y algunas veces transportadores de transferencia que no tiene la segunda.

Secciones de planta unificadas.- Las plantas móviles son las que poseen más equipo unificado, pero también en las plantas portátiles y permanentes la tendencia es hacia un menor número de componentes separados. Las dosificadoras por lo regular se embarcan completas con compuertas y mecanismo de manejo, los motores eléctricos, transmisiones, unidades de fuerza hidráulica y neumática y el equipo auxiliar, están permanentemente montados en sus secciones respectivas de planta, para acelerar los montajes sin necesidad de revolver los problemas de ajuste y alineación.

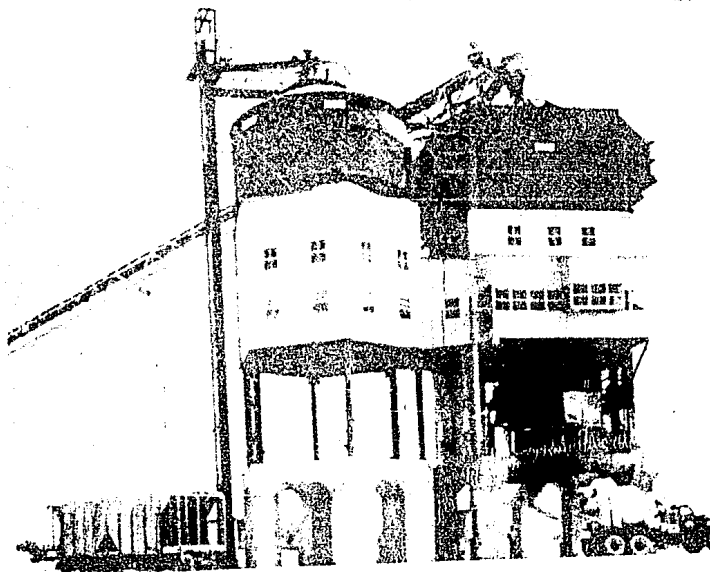
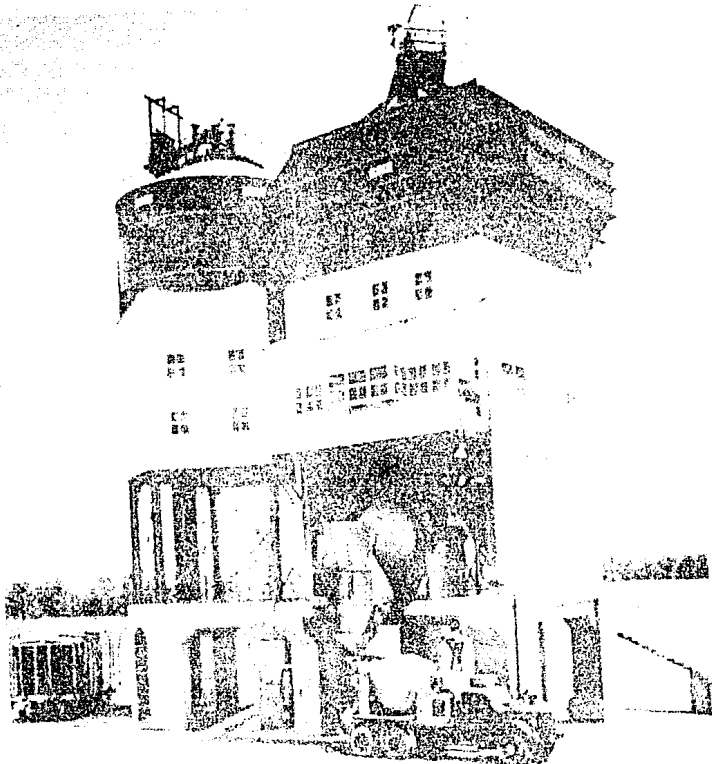
El sistema a base de unidades integrales no solamente es beneficioso por los ahorros que produce en los costos de embarque y montaje, sino que también simplifica la conservación y aumenta la eficiencia de todo el sistema. Las secciones de los depósitos, tienden a hacerse más pequeñas debido a que ahora se dispone de sistemas de transportadores de carga de más confianza. Antes era necesario especificar un tipo con suficiente capacidad de reserva a fin de tener en los depósitos, material correspondiente a varias horas de trabajo, para una mayor seguridad en caso de que el transportador alimentador se quedara sin energía eléctrica ó sufriese una avería. La capacidad de almacenamiento adicional permitía continuar la producción mientras se reparaba el desperfecto, pero ahora, mecanismos transportadores más eficientes hacen que este volumen de reserva no sea esencial.

El tamaño de las secciones depende de muchos factores, la --

razón de producción horaria y diaria, la cantidad de reserva de materiales necesaria, el acceso al lugar en donde se obtienen los materiales y la facilidad para ocupar el terreno necesario para levantar la planta. En zonas urbanas en donde el espacio es restringido, se tiende a construir grandes depósitos que eliminen pilas de materiales sobre el terreno y el espacio que ocupan.

En zonas suburbanas y rurales, en donde el terreno vale relativamente poco y es más fácil de conseguir, los materiales se colocan regularmente en el suelo cerca de un transportador ó una grúa que los transporta a las tolvas de almacenamiento y depósito, cuyo tamaño debe ser solamente el suficiente para mantener funcionando siempre el dosificador.

Además de contar con menos secciones, las plantas pequeñas - formadas por conjuntos unificados, ofrecen una movilidad tan grande que pueden instalarse junto a la obra y moverse de acuerdo con la marcha de los trabajos, este método es muy beneficioso sobre todo en las obras viales. Esta mayor movilidad reduce el número de máquinas auxiliares requeridas. Por ejemplo una planta situada en la misma obra puede disminuir las unidades de acarreo en un 50% ó más ya que como las distancias de transporte son más cortas, las unidades pueden dar más viajes, y el tiempo de acarreo no productivo se reduce a un mínimo.

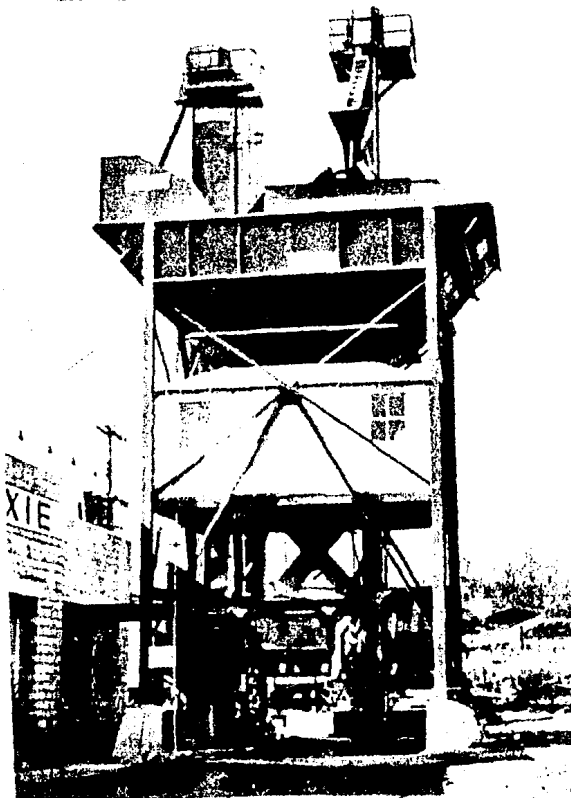
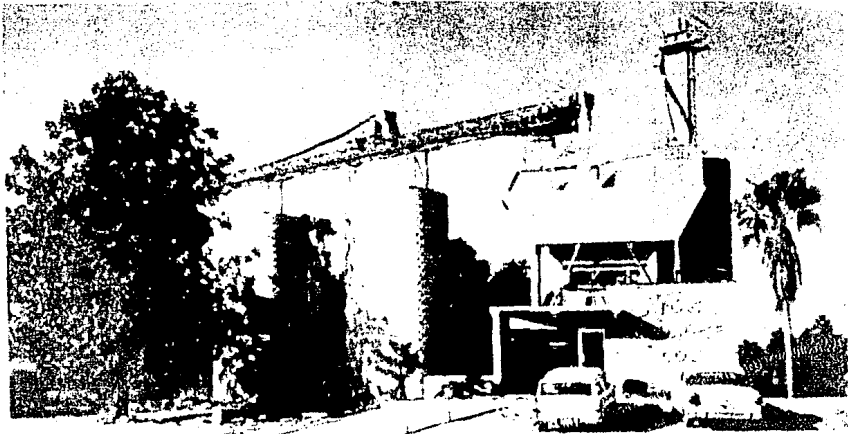


Planta Tipo Permanente con una altura aproximada de 30 -  
mts., recibe los materiales por vía.

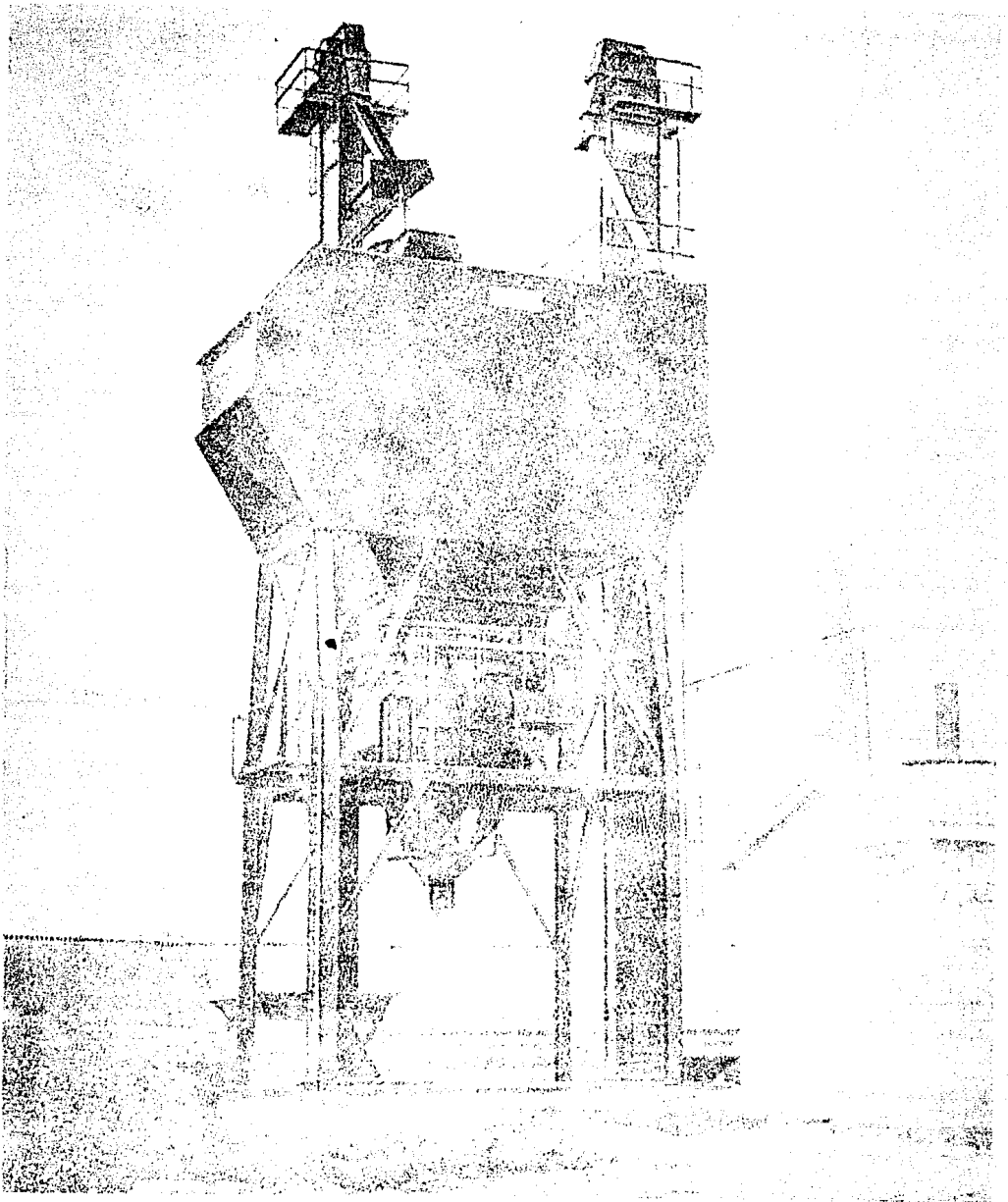




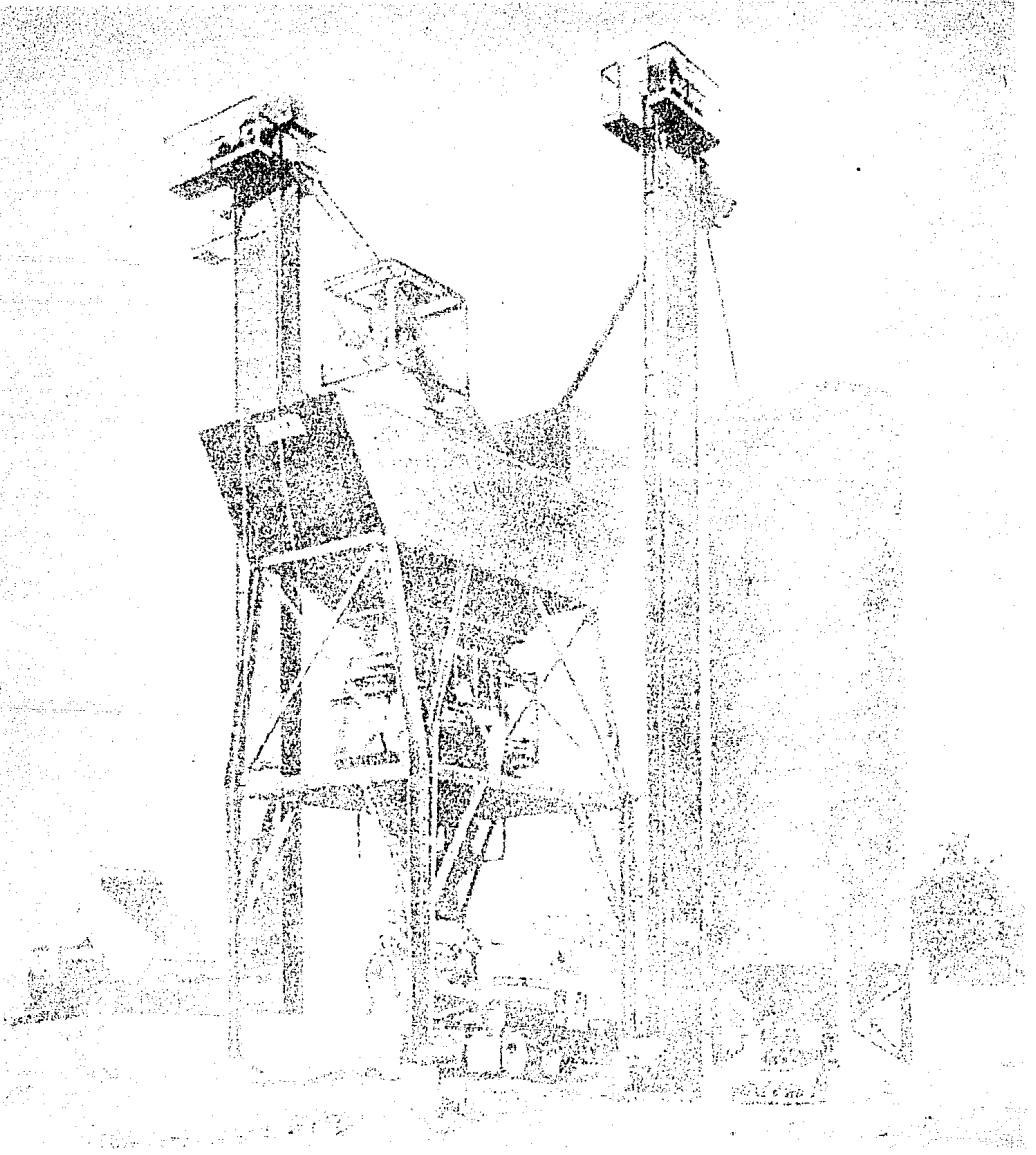
Planta Permanente instalada para el negocio del concreto por la Compañía Atlas Concrete de Estados Unidos.



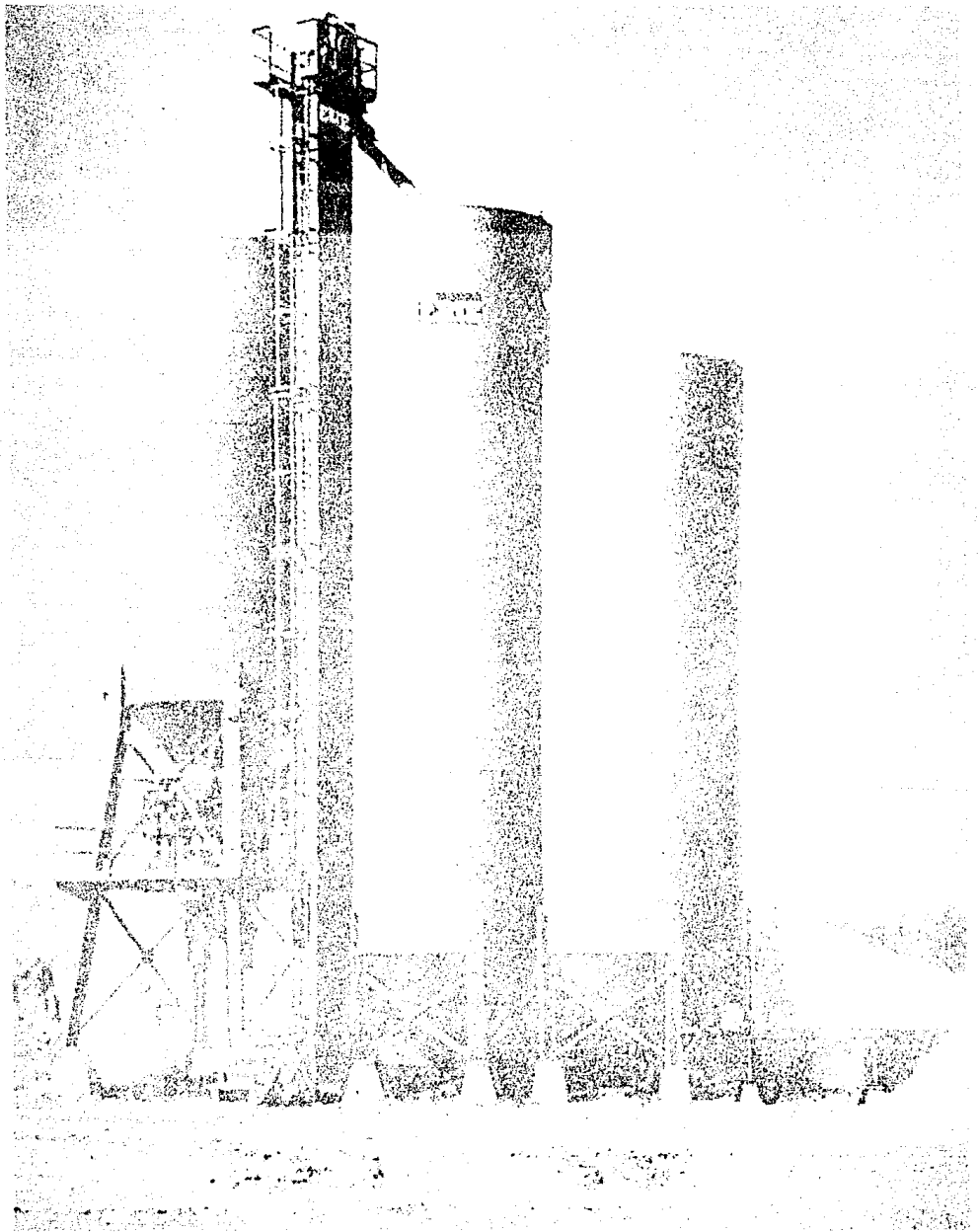
Típicas Plantas Permanentes con mayor capacidad de almacenamiento y rendimiento superior, aunque su montaje es más complicado.



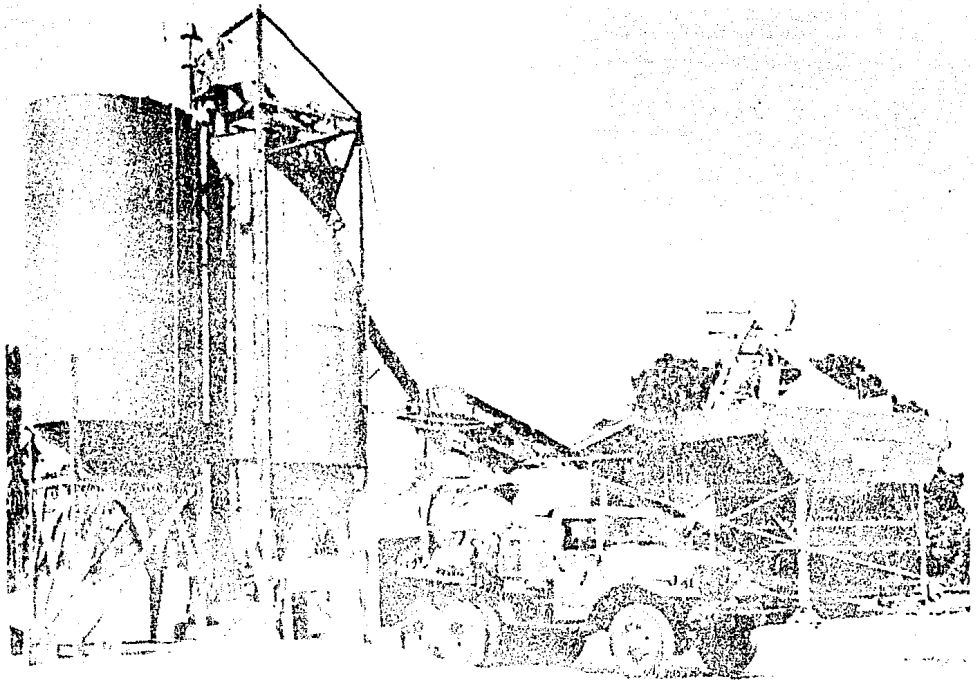
Típica Planta semi-permanente, la descarga la hace a camiones mezcladores.



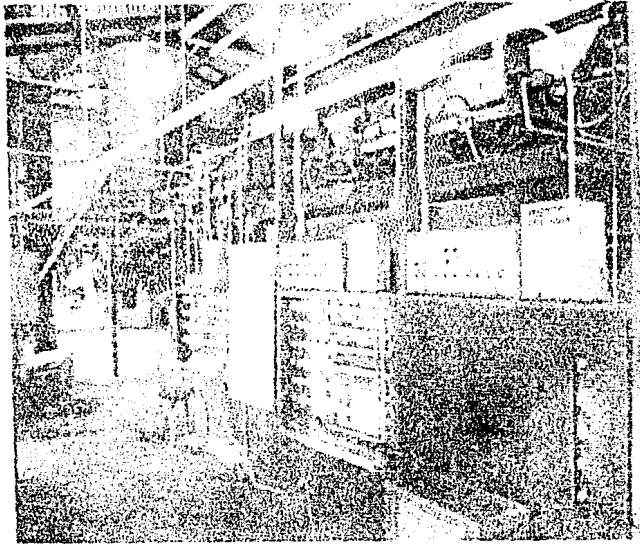
Planta Permanente en la cual las tolvas pesadoras son alimentadas por medio de elevadores.



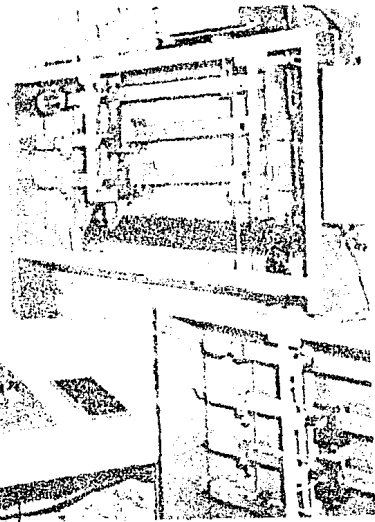
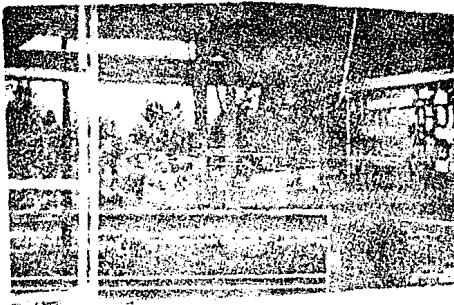
Planta triple de Tipo Alta Velocidad. Dosificadores automáticos - gemelos. Con silos al nivel del suelo cargados por un sistema de - elevador recirculador de 75 toneladas de capacidad.



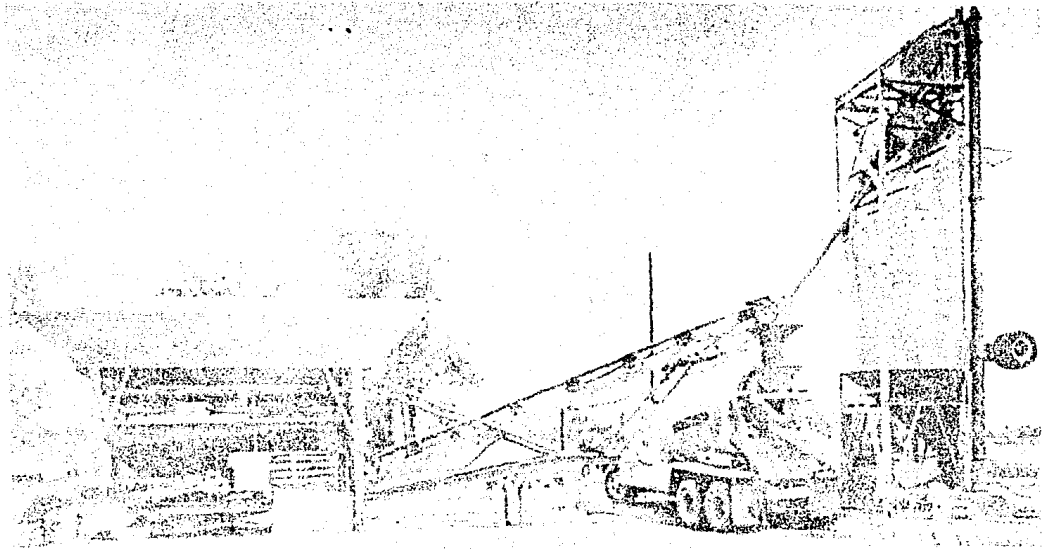
Plantas semi-permanentes combinadas, se usan para cargar mezcladoras - múltiples ó máquinas productoras.



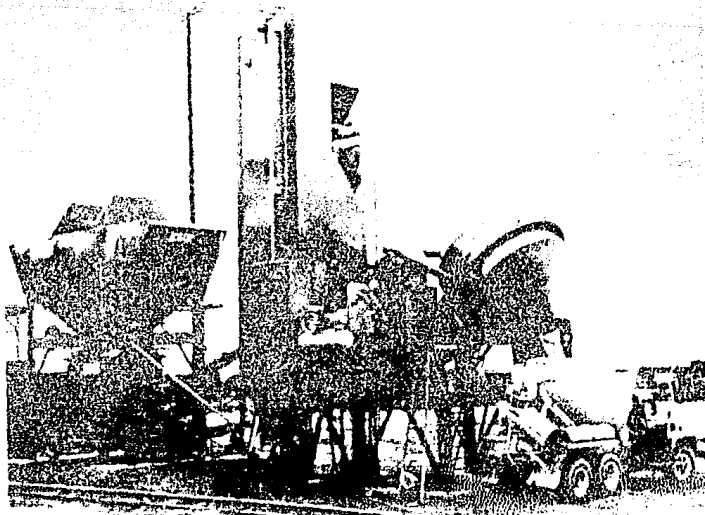
Plataforma de operación con escalas, rejas y tableros de botones que controlan todas las operaciones de la planta.



Consola y básculas de balancín de una Planta Permanente.

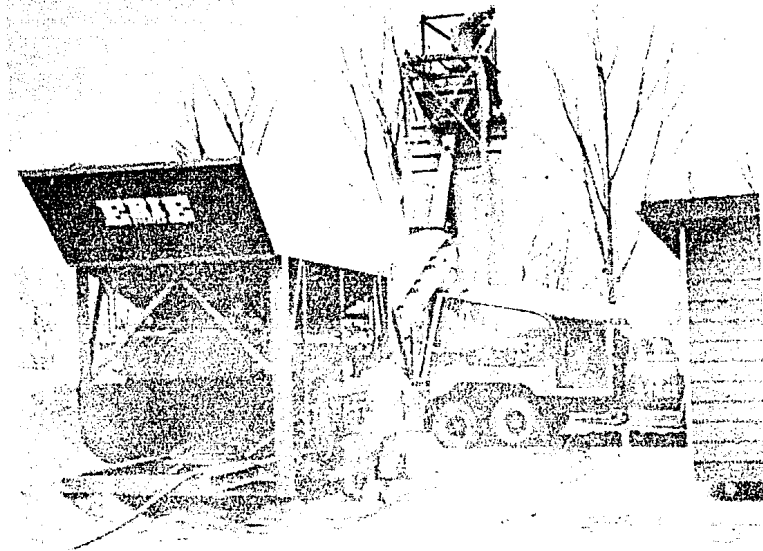


Típica Planta Portátil, cada sección se transporta en sus propias ruedas permanentes.

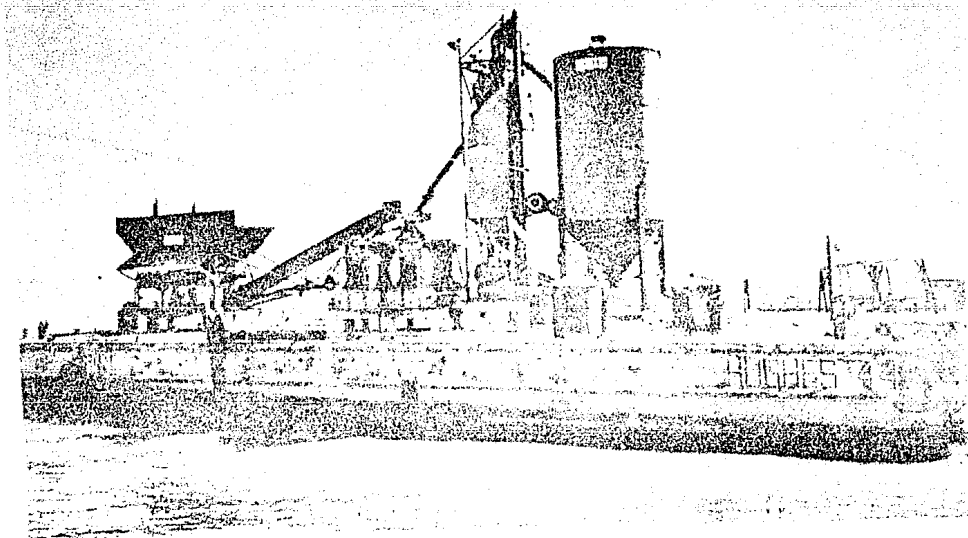


Planta usada en la carretera No. 61 de Michigan. Es más económico mover ésta planta en un tramo de 600 m., que hacer el acarreo del concreto en el mismo tramo.

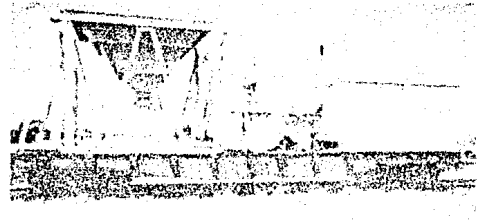




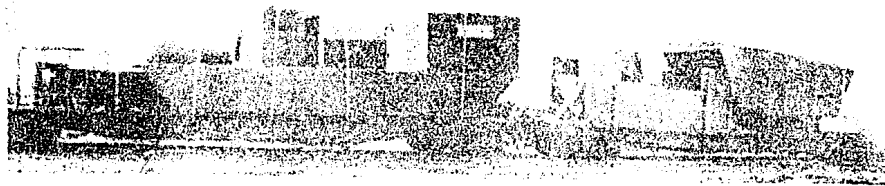
Planta Portátil con una producción de 45 M3. por hora y dosificación de 3 M3.



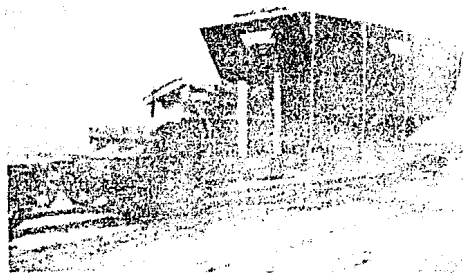
Planta Portátil instalada sobre una barcaza en el sitio de trabajo sobre el Río Potomac, alimenta dos mezcladoras estacionarias.



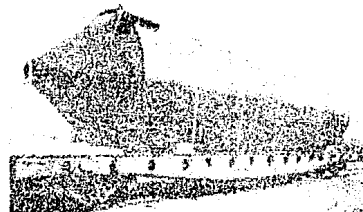
Plantas tipo semi-permanente. Estas plantas pueden ser transportadas por tierra ó - por ferrocarril.



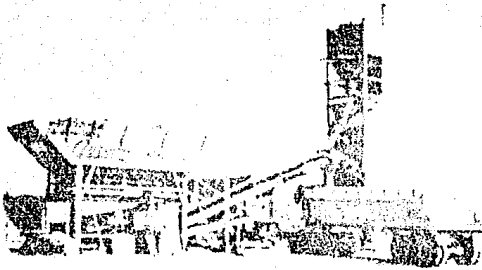
Planta semi-permanente transportada por ferrocarril.



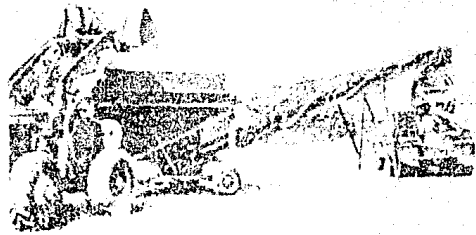
Tolva de agregados transportada por ferrocarril.



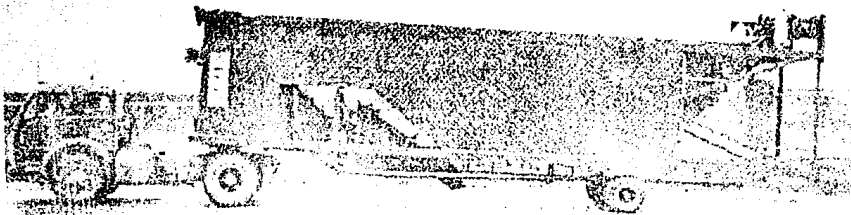
Silo para cemento transportado por ferrocarril.



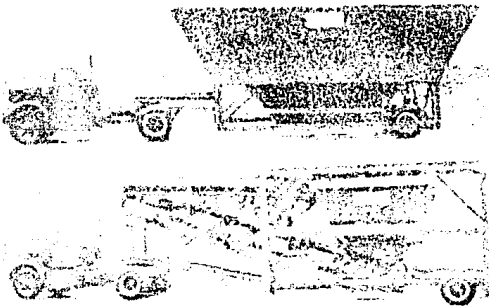
Dosificadora Portátil de remolque.



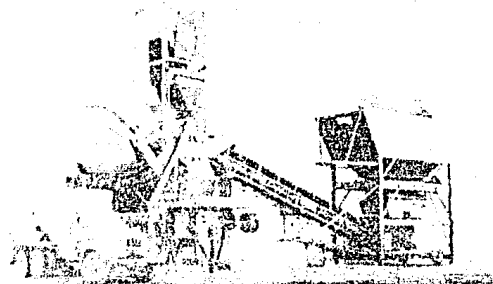
Dosificadora Portátil de remolque instalada en 8 horas.



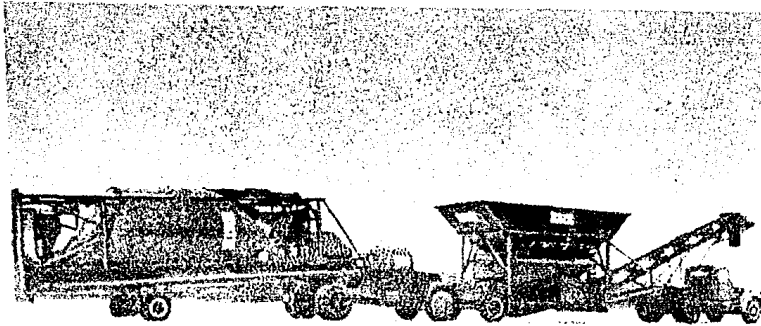
Silo de cemento y dosificador automático montados sobre un chasis permanente para facilitar su traslado.



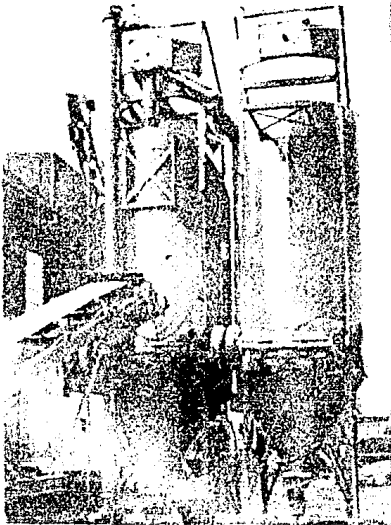
Planta móvil de agregados con tolva de - 80 Mts. cúbicos.



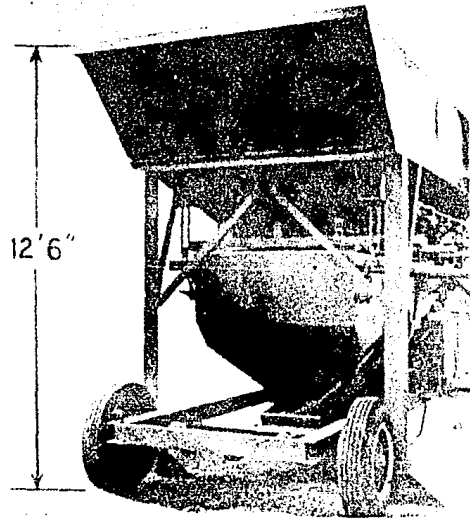
Planta Portátil que alimenta a una mezcladora de 6 M3. de capacidad.



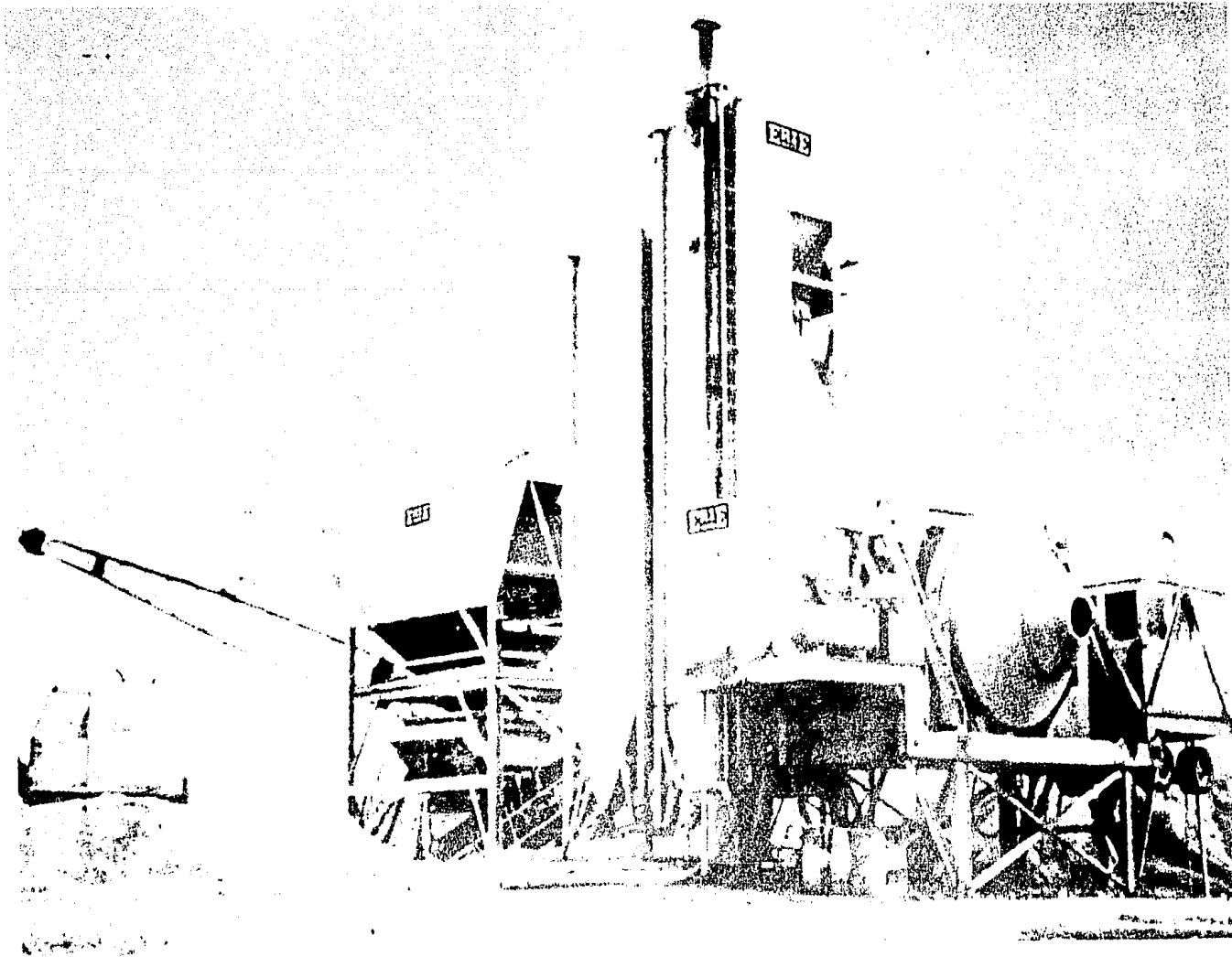
Planta Portátil de remolque transportada por carretera con ayuda de dos tractores.



Silo auxiliar portátil muy fácil de añadir.



Dosificador de 3.80 M. de altura y ancho de 2.50 M. Estas medidas cumplen con -- las restricciones de carreteras en Estados- Unidos.



Típica Planta Móvil de fácil instalación pero de producción no muy elevada.

## SISTEMA DE TRANSPORTADORES.

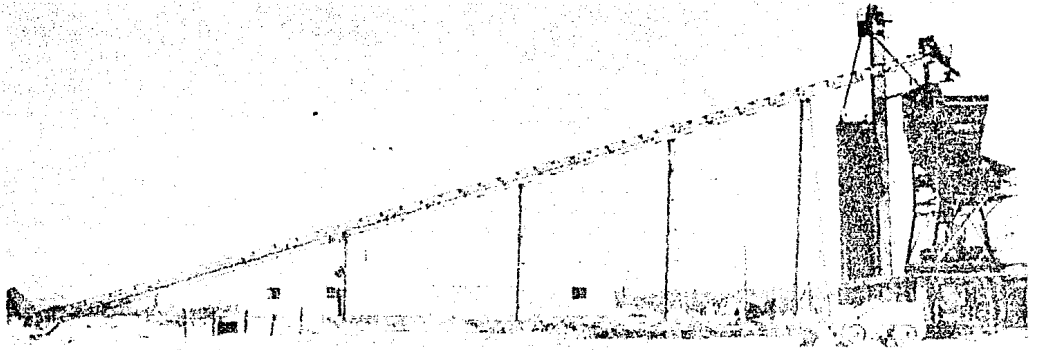
Generalmente se emplea algún sistema de transportadores (de banda ó de cangilones) para cargar los depósitos de almacenamiento de las grandes plantas. Los transportadores de banda se emplean también para llevar carga en las plantas móviles. Las grandes plantas portátiles y estacionarias no requieren ese transportador porque los materiales se descargan directamente en la tolva de carga. La capacidad de una planta móvil puede igualarse a la de una planta portátil de mayor tamaño aumentando las dimensiones y velocidad del transportador de banda.

En las instalaciones semipermanentes se emplean muchos transportadores de banda, y aunque el costo de la instalación es mayor que el de una grúa ó el de un elevador de agregados, el transportador de banda es de operación más económica y puede automatizarse completamente para ahorrar costos de mano de obra.

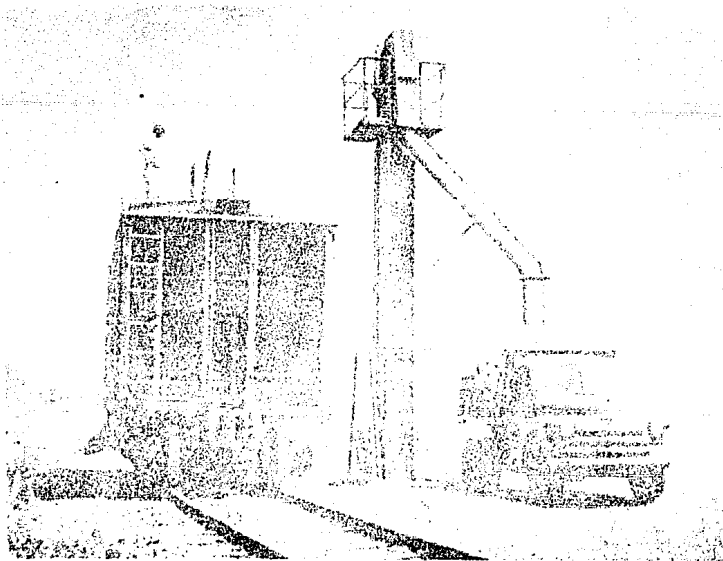
Pero por otra parte, una grúa puede usarse para realizar muchos trabajos tales como ayudar a montar la planta misma. La grúa ocupa más lugar que un elevador de agregados pero requiere menos lugar que un transportador de banda comparable y es más costosa que este último tipo de equipo. También se usan los cargadores frontales para depositar los agregados en los depósitos de las plantas móviles.

Los elevadores de agregados aventajan a los demás equipos en

ahorro de espacio y bajo costo inicial, y se usan mucho donde la demanda de producción es moderada. Pueden adquirirse distintos tipos y tamaños de elevadores normales.

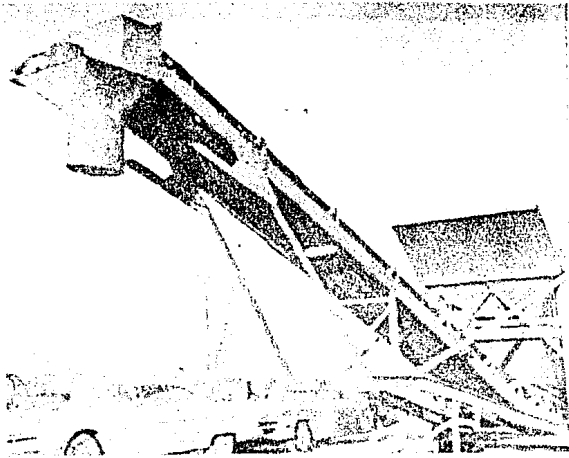


Planta semi-permanente equipada con transportador de banda para los agregados y con un elevador para el cemento.

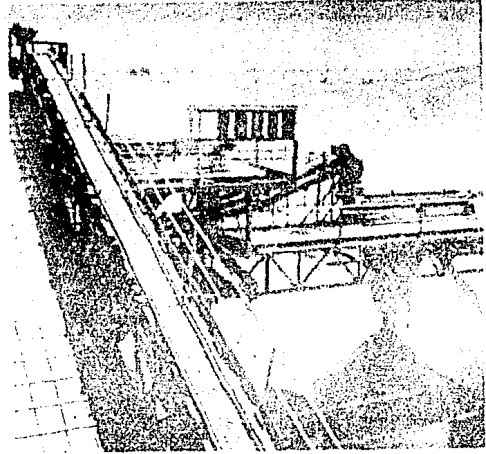


Elevador de cemento equipado con descarga para camiones.

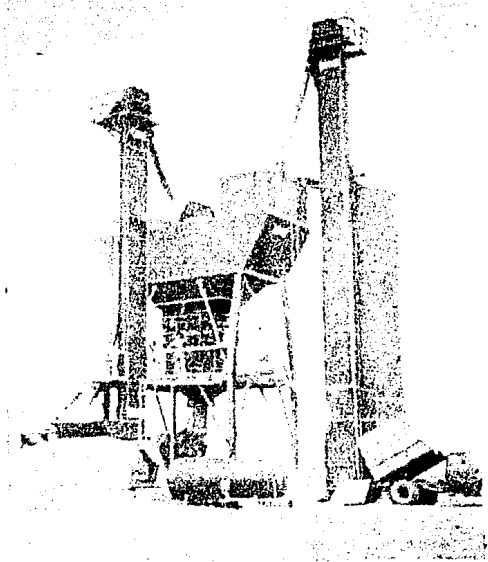




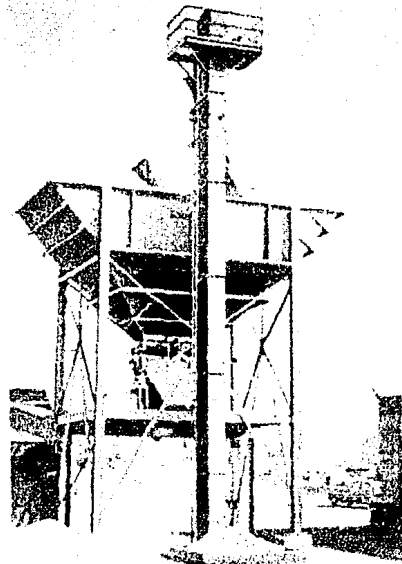
Transportador de banda integral instalado en la -  
Planta.



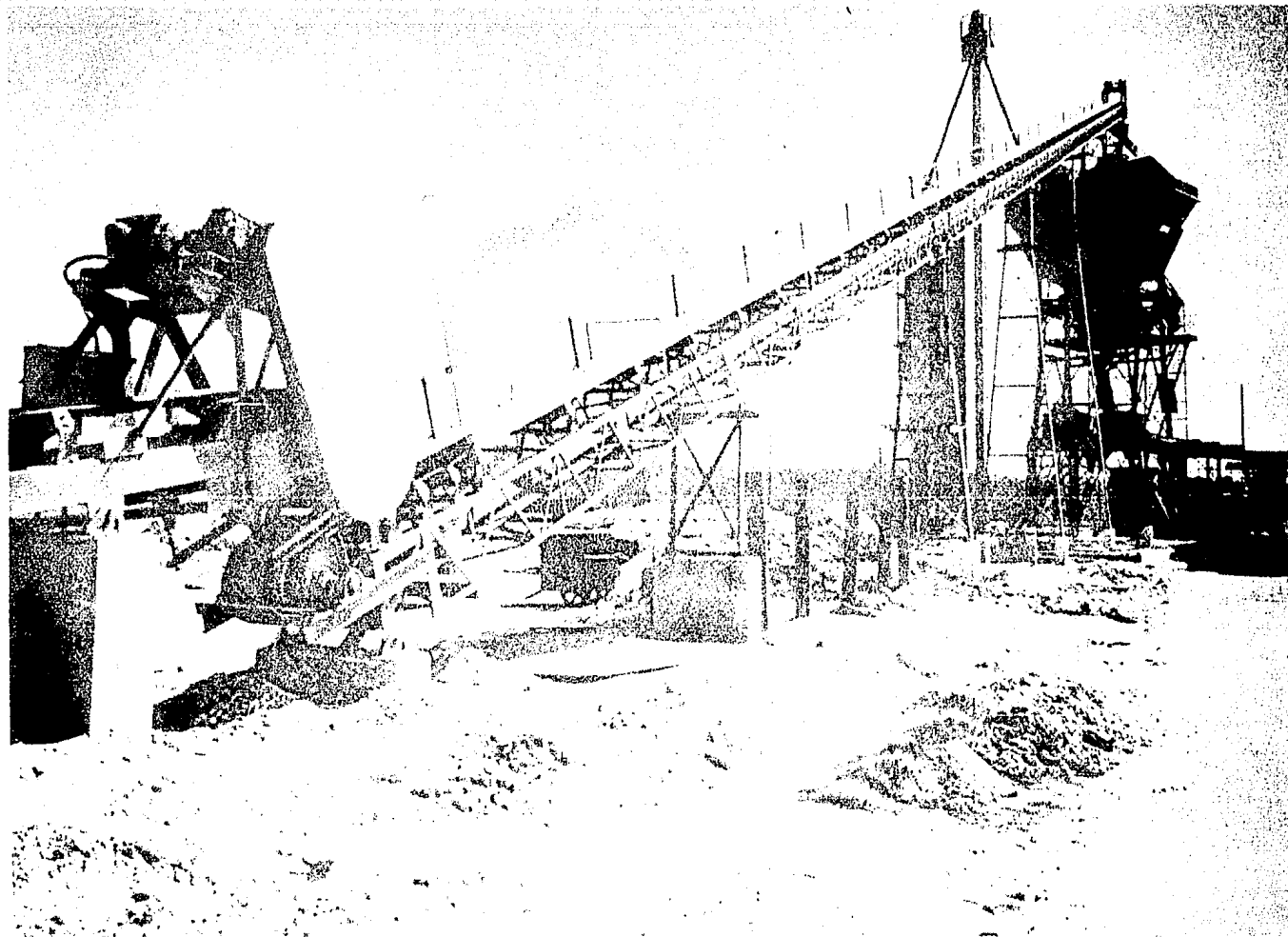
Transportador de agregados Tipo Perma-  
nente.



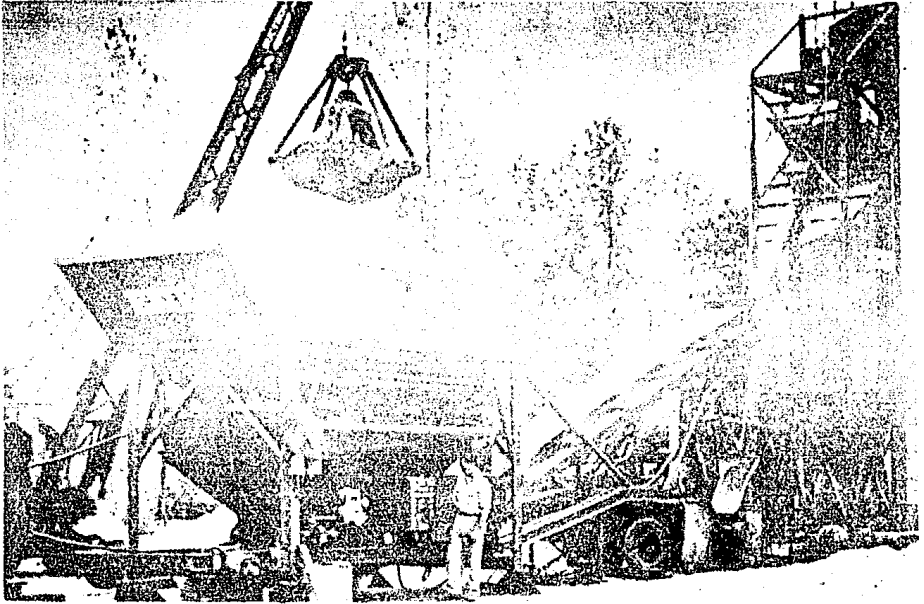
Planta semi-permanente equipada con un  
elevador para agregados y un elevador -  
para cemento.



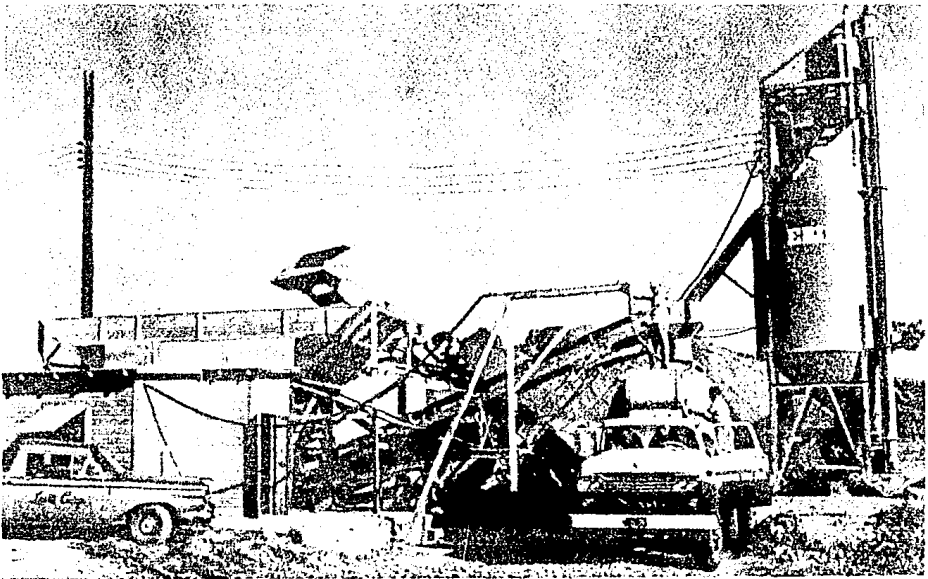
Elevador y Tolva de agregados.



Banda Transportadora de agregados.



Planta de remolque, la carga de los agregados se hace por medio de una grúa.



Planta de remolque, la carga de los agregados se hace por medio de un trascavo.

Sistemas para el control de la dosificación.- Desde el punto de vista del control de la dosificación los equipos dosificadores los podemos dividir en dos grupos principales:

Manual

Automático	Parcialmente automático. Semi automático. Automático. Automático con selección de mezclado.
------------	--

Los sistemas de dosificación manual, se pueden emplear en obras en las cuales, el concreto no desempeñe un papel preponderante, ni en cantidad ni en calidad.

La buena dosificación en este equipo depende exclusivamente de los ojos del operador que atiende la báscula.

Consta principalmente de carretillas operadas por peones y básculas para pesar los materiales, también se tienen sistemas manuales a base de pequeñas tolvas móviles, estas se pueden hacer funcionar a mano ó mediante sistemas auxiliares, neumáticos, hidráulicos ó eléctricos.

En el sistema automático, no se permite que comience la dosificación de ningún ingrediente, hasta que todas las tolvas hayan quedado libres del material del ciclo anterior, haciendo volver los cuadrantes de las básculas a cero.

Este sistema evita también que se descargue algún ingrediente hasta que se haya terminado la pesada de todos ellos. Si el sistema de dosificación emplea la interconexión de uno ó más dosificadores sin que lo estén todos, se llama sistema parcialmente interconectado.

Pueden especificarse básculas individuales ó sistemas de pesadas acumulativas, según la producción necesaria y otros factores.

Si se pesan acumulativamente en una sola tolva diferentes tipos de agregados ó de materiales aglomerantes, deben preverse -- controles interconectados en forma adecuada.

Los sistemas dosificadores automáticos pueden ser de cuatro tipos, descritos en la forma siguiente por el "Concrete Plant Manufacturers Bureau".

1.- Un sistema de dosificación parcialmente automático se -- compone de la combinación necesaria de dosificadores; al menos -- uno de los cuales que no sea el de agua debe ser un dosificador -- normalizado semiautomático. Un dosificador semiautomático, está provisto de compuertas ó válvulas que se abren a mano, por separado, para permitir la pesada del material, pero que se cierran -- automáticamente cuando se ha alcanzado el peso exigido de cada material. Un dosificador automático está provisto de válvulas ó -- compuertas que, cuando se hacen funcionar mediante un interruptor sencillo de arranque, se abren automáticamente al comienzo -- de la operación de pesada de cada material y se cierran automáti-- camente cuando se ha alcanzado el peso exigido de cada uno de -- ellos. El grado de interconexión en un sistema de dosificación -- parcialmente automático es optativo.

2.- Un sistema de dosificación semiautomático se compone de la combinación necesaria de dosificadores normalizados semiauto-- máticos ó de dosificadores normalizados semiautomáticos ó automá--

ticos. El sistema puede estar completo ó parcialmente interconectado.

3.- Un sistema de dosificación automático se compone de la combinación necesaria de dosificadores normalizados automáticos. Todos los dosificadores del sistema se hacen funcionar mediante un mecanismo de arranque sencillo; el sistema está completamente interconectado.

4.- Un sistema dosificador automático con selección de mezclado se compone de un sistema dosificador automático con elementos adicionales que permiten la selección de un mínimo de tres mezclas previamente establecidas mediante el movimiento en cada caso de no más de dos interruptores u otros dispositivos.

#### DOSIFICADORES PARA PESAR AGREGADOS.

Hay dos tipos generales de dosificadores para pesar los agregados: acumulativo e individual. El dosificador de tipo acumulativo, pesa sucesivamente cada uno de los materiales en una tolva común, que actúa sobre una báscula de balancín ó de cuadrante. Los dosificadores acumulativos se utilizan en la mayor parte de los trabajos para alimentación de hormigoneras sobre camión de mezcla en tránsito.

El dosificador individual de agregados pesa todos los materiales a la vez, lo que reduce substancialmente el tiempo de dosificación si se compara con el tipo acumulativo. Este tipo de sistema de pesada con sus características de alta velocidad propia y

precisión, se utiliza frecuentemente para las instalaciones de gran producción, para construcción de carreteras en grandes obras con mezclado en instalación central. Lo mismo que con el dosificador acumulativo, el sistema de dosificación individual puede utilizarse con básculas de balancín ó de cuadrante.

Las básculas de balancín, recomendadas para las instalaciones, de construcción de carreteras deben ser exactas, resistentes y fáciles de conservar. La unidad de dosificación con báscula de balancín completa se ofrece usualmente como un conjunto integral que se compone de compuertas de carga y descarga, estructura de sustentación, básculas, cajas de balancín y tolva pesada. La última porción pesada de cada material se indica en un cuadrante.

Los dosificadores con básculas de cuadrante sin resorte se utilizan con la máxima frecuencia en los sistemas de control automático múltiple, con selección previa, ó cuando es necesario tener una indicación visual exacta de la carga real de la tolva.

El dosificador de agregados individual se emplea a veces en obras viales con sistemas automáticos de báscula de balancín hasta un total de tres mezclas preestablecidas. En grandes obras con mezclado en instalación central, el dosificador de materiales individual puede tener un sistema automático de báscula de cuadrante en el que es práctico incluir tantas dosificaciones preestablecidas como se desee.

La mayor parte de los dosificadores de agregados tienen --

compuertas de almejas de abertura rápida. El tamaño de las compuertas, naturalmente está determinado por el tamaño del material utilizado y la velocidad de entrega deseada. Al trabajar con material muy fino, como arcilla seca, ó materiales semifluidos, como el concreto mezclado, es posible aplicar sistemas de cierre especiales a los labios de las compuertas de almeja que les permitan retener material. Se utilizan compuertas de dimensiones nominales de 35 x 35 cm. para arena, así como para piedra hasta 5 cm. de diámetro. Para piedra mayor se utilizan compuertas más grandes.

Las compuertas de 35 y 40 cm. suelen ser de palanca, mientras que mayores son de engranajes. Las compuertas pueden hacerse funcionar manualmente con palancas ó mediante un cilindro de aire comprimido con válvula controlada mediante un solenoide eléctrico. Cuando se hacen funcionar por el último sistema, es fácil regular la velocidad de abertura para satisfacer exigencias específicas de producción.

#### DOSIFICADORES DE CEMENTO.

Normalmente el cemento es el ingrediente más costoso del concreto. Para conservar el costo total del hormigón colocado dentro de unos límites económicos aceptables, es forzoso lograr la máxima precisión en la dosificación y la velocidad óptima en esta operación. Tales controles deben ser características propias del sistema dosificador empleado.



Los comentarios generales hechos para estos sistemas de dosificación de cemento son igualmente aplicables a las cenizas volantes, puzzolana y otros materiales similares manipulados mediante dosificadores normalizados de cemento.

Predominan dos tipos principales de unidades dosificadoras de cemento: el tipo vertical y el tipo de tolva de pesada desplazada. El tipo vertical, con el que la mayor parte de los contratistas, -- están muy familiarizados, se emplea cuando el cemento se carga -- en una hormigonera sobre camión, por separado de los agregados. -- Se adapta especialmente a plantas para obras viales y hormigone-- ras con mezcla en tránsito.

La tolva de pesada desplazada se utiliza normalmente en combinaciones con un dosificador de agregados acumulativo. Pesa el -- cemento que se cargará junto con los agregados a través de una -- tolva de camiones en un mezclador. Lo mismo que con el tipo vertical normalizado, la tolva de pesada desplazada puede tener una báscula de balancín ó de cuadrante.

En la mayor parte de los sistemas de dosificación de cemento, el movimiento de éste se regula mediante válvulas de carga y descarga giratorias. En éstas, un rotor mecanizado sobre el que se -- apoyan zapatas de goma regulable, puede funcionar de varias formas: manual, manualneumática, semiautomática ó automática. Los sistemas de válvulas simple y doble pueden variar en altura de -- 23 a 48 cm. con aberturas nominales de 15 x 25 cm. hasta 30 y -- 60 cm. según la aplicación.

Para lograr un funcionamiento óptimo del dosificador de cemento (en términos de velocidad y precisión repetitiva de la mezcla) - debe tenerse en cuenta el proyecto de la tolva de pesada que debe tener lados muy pendientes y ángulos redondeados de forma que se llene por sí sola.

## DOSIFICADORES DE AGUA

En muchas obras viales, se exige un control sumamente estricto del revenimiento del concreto a la vez que otras especificaciones críticas.

El revenimiento adecuado se logra mediante la exacta adición de agua a cada dosis de materiales secos.

Sin embargo, para saber que cantidad de agua hay que añadir, es necesario determinar ante todo la cantidad de agua ya existente en los otros materiales, especialmente en la arena. Se emplea una unidad separada de determinación de humedad que fija el porcentaje de humedad superficial, la que informa al operador de la planta manual de la cantidad de humedad existente, de forma que puede tenerla en cuenta al añadir el agua de amasado.

En las instalaciones automáticas, usualmente se suministra un dispositivo compensador de humedad con la unidad de determinación de humedad. La unidad de compensación hace automáticamente que el panel de control exija más arena y menos agua en las proporciones fijadas por la unidad de determinación de humedad.

El agua puede añadirse mediante un depósito de medida ó mediante un medidor de caudal. El depósito de medida mide la can--

flidad de agua en peso y se compone de un depósito con válvula de carga automática, un sistema de báscula de balancín ó cuadrante y una válvula de descarga accionada por aire. Los tanques de dosificación de agua tienen generalmente capacidades de 454, 908, 1362 ó 1816 litros. En la mayor parte de los casos, con estos dosificadores se sirve un depósito de equilibrio de la misma capacidad, provisto usualmente de una válvula de flotador automático para regular la altura del agua en el depósito, una válvula de entrada accionada por solenoide y una válvula de salida de acción neumática habitualmente de unos 15 cm. de diámetro para permitir que el agua salga rápidamente.

El medidor de agua mide el volúmen de agua añadido a la mezcla, expresado en unidades de volúmen. Los medidores de agua se especifican por el diámetro de las aberturas de entrada y salida, usualmente 1, 1 1/2, 2 ó 3 pulgadas ( 25, 38, 51 ó 76 mm. ). Aunque existe cierto número de tipos diferentes de controles para medidores de agua, los dos más populares son de cierre automático y el completamente automático. Con el método de cierre automático, el volúmen de agua deseado por amasada se selecciona desde la consola de control central. El medidor cierra la válvula automáticamente cuando ha pasado a través de él el número pre-fijado de litros y debe ponerse en marcha de nuevo para la siguiente dosificación. El método automático funciona de la misma forma salvo que está provisto de un sistema de arranque que lo

dispone automáticamente para cada dosificación.

### DOSIFICADORES COMBINADOS

Los aditivos líquidos, aparte del agua, se suelen medir mediante dosificadores de mezcla controlados por un mecanismo cronométrico. Es necesario un dosificador separado para cada tipo de aditivo empleado.

Los dosificadores de agregados y cemento pueden combinarse en una unidad compacta para cumplir ciertas exigencias de rendimiento. La mayor parte de los dosificadores combinados se proyectan para pesar exactamente el cemento y hasta tres agregados diferentes por ciclo. La capacidad del dosificador de agregados puede variar de 1.5 a 6.1 M3., mientras que el dosificador de cemento puede fijarse en cualquier dosificación comprendida entre 96 y 1590 litros proporcionalmente al tamaño del dosificador de agregados.

Los dosificadores suplementarios pueden estar provistos de básculas comunes ó separadas de balancín ó cuadrante. Las unidades suplementarias con básculas son generalmente de dos tipos dependiendo de las exigencias en cuanto a rendimiento y a la altura disponible. Si la producción es relativamente baja, y la altura es un factor importante, pueden acoplarse los dosificadores de agregados y cemento eliminando la tolva de carga de camiones. Sin embargo, los agregados y el cemento pueden aún descargarse juntos ó separadamente. Si es necesario un rendimiento mediano -

ó grande, cada dosificador está provisto de su propia compuerta y válvula de descarga que funciona sobre una tolva de alimentación de camión ó mezclador.

Los dosificadores suplementarios con báscula común, tienen un costo inicial inferior al de los modelos con básculas separadas y son también de dos tipos generales: descarga común y separada. En ambos casos, el cemento se pesa en un compartimento dentro del cuerpo principal de la tolva. El tipo de descarga común vacía su cemento a través de un tubo de goma situado en el centro de la abertura de descarga de agregados. En el tipo de descarga separada, muy utilizado en instalaciones para productos de concreto y cargar los mezcladores de tipo turbina ó bandeja, se tiene una salida individual para agregados y otra para el cemento.

Todos los tipos de dosificadores combinados pueden hacerse funcionar manualmente, automáticamente ó mediante control manual neumático.

### SISTEMAS DE DOSIFICACION AUTOMATICOS

Existen en el comercio dos tipos de sistemas dosificadores totalmente automáticos con báscula de balancín y con báscula de cuadrante. Ambos ofrecen un alto grado de precisión y velocidad y permiten que un sólo hombre, haga funcionar una instalación completa de dosificación ó preparación de mezclas. En muchos casos, un solo operador puede manejar todas las operaciones de dosificación, entrega, recepción de pedidos y facturas desde la caseta de con-

## trol centralizado.

El sistema automático con báscula de balancín, se utiliza mucho por su bajo costo inicial y su funcionamiento fácil de entender. Ofrece muchas economías cuando son necesarias una, dos ó tres mezclas prefijadas. Sin embargo, se prefiere el sistema de báscula de cuadrantes:

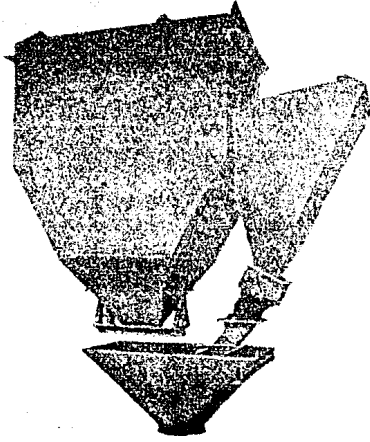
- 1.- Cuando se desean más de tres dosificaciones prefijadas.
- 2.- Si el operador está situado en un lugar en el que resulta molesto cambiar contrapesos de balancín.
- 3.- Si las especificaciones de la obra exigen básculas de cuadrante con control automático.

Ambos sistemas pueden aplicarse a dosificadores individuales ó del tipo acumulativo con excelentes resultados.

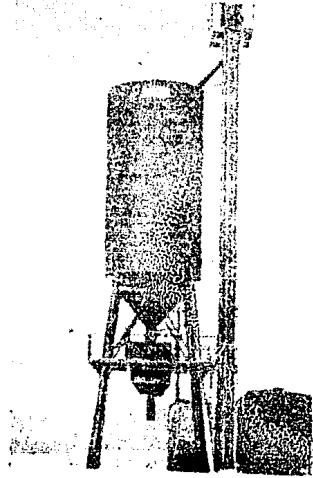
Un sistema automático con báscula de balancín utiliza elevadores de báscula neumática junto con compuertas ó válvulas de carga de acción neumática. En un dosificador de agregados acumulativo, por ejemplo, existe un balancín separado para cada material empleado con el contrapeso en la posición necesaria para lograr el peso deseado. Cuando se oprime el botón de arranque, se pone en funcionamiento el primer balancín de pesada y la primera compuerta se abre por completo, para permitir que el material rápidamente. Cuando está a punto de alcanzarse el peso preseleccionado, el resto del material cae poco a poco hasta que hay en el dosificador la cantidad exacta requerida. En este momento la -

compuerta se cierra automáticamente y el segundo balancín de pesada si se emplea se pone en funcionamiento. Este proceso continúa con todos los materiales hasta que al acabar descarga las tolvas. Si el control de descarga está provisto de un dispositivo de arranque automático, se producirá otra amasada idéntica tan pronto como se cierre la compuerta de descarga.

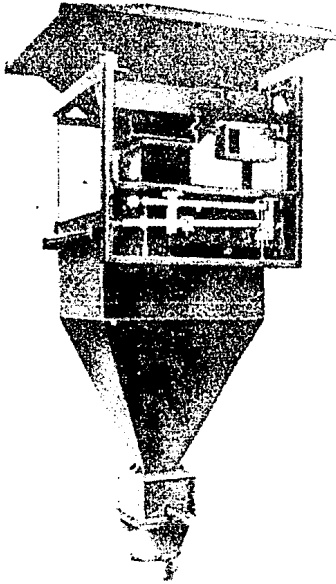
Un sistema de báscula de cuadrante automático controla todas las actividades de la instalación desde una consola central. Existen cuadrantes para la prefijación de dosificaciones. Además de la selección de la cantidad de cada ingrediente que debe entrar en una mezcla completa, el sistema de báscula de cuadrante permite también la producción de solamente parte de una mezcla con las mismas proporciones exactas de materiales simplemente haciendo girar un cuadrante. Además el número infinitamente grande de funciones que pueden ser controladas ó vigiladas desde la consola, indicación y compensación de humedad, dosificación de aditivos y mezclas parciales por indicar sólo unos pocos, el sistema de gobierno por báscula de cuadrante se presta a hacer funcionar toda la instalación por control remoto. Luces de colores y cuadrantes convenientemente situados indican al operador, paso por paso, el progreso de cada ciclo de dosificación. También resulta económico complementar un sistema automático con báscula de cuadrante, mediante el empleo de selección de fórmulas por tarjetas perforadas.



Combinación de dosificadores para casos que exijan básculas separadas para agregados y cemento en el que el rendimiento sea elevado.



Dosificador de cemento.



Dosificador de cemento tipo vertical - con báscula de balancín. Notéanse los costados muy inclinados con objeto de que se limpie por sí sólo.

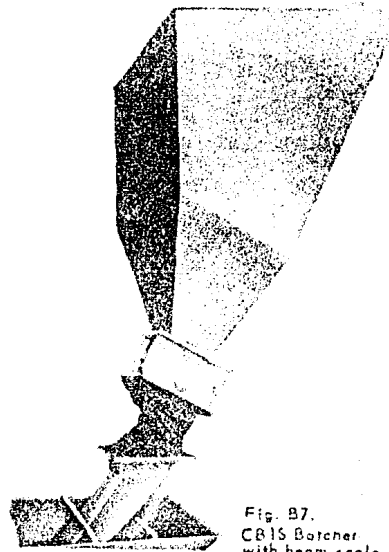
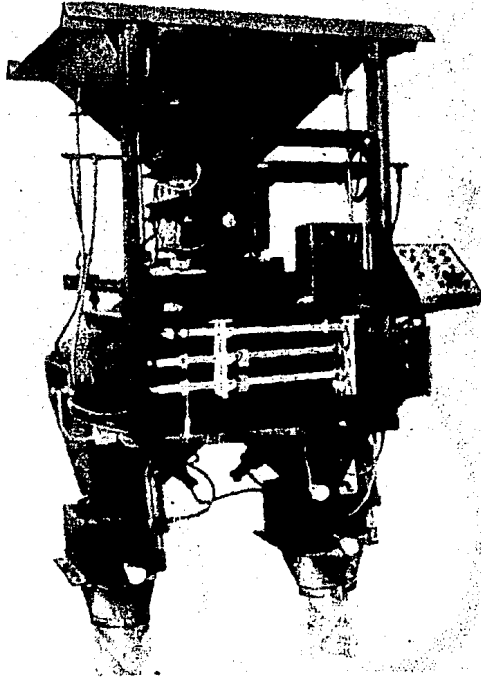


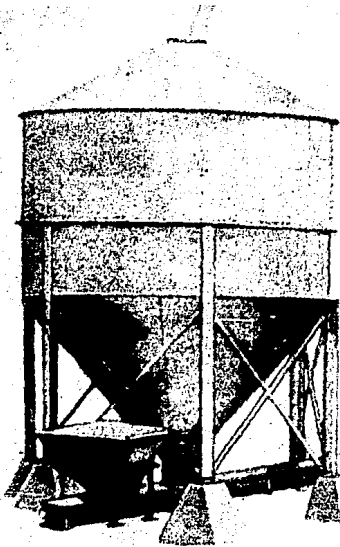
Fig. 87.  
CRIS Batcher  
with beam scale.

Dosificador de cemento descargando en una tolva común.

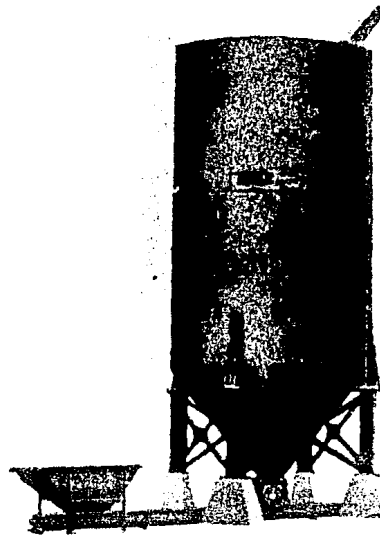




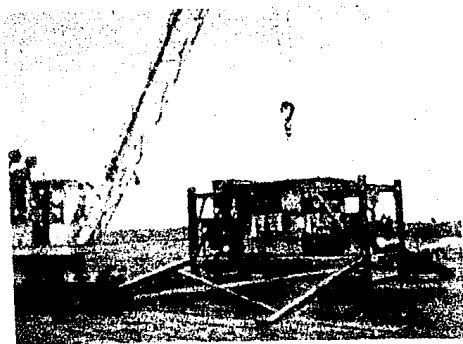
Dosificador Tipo Automático con básculas de balancín y consola para dos tipos diferentes de cemento.



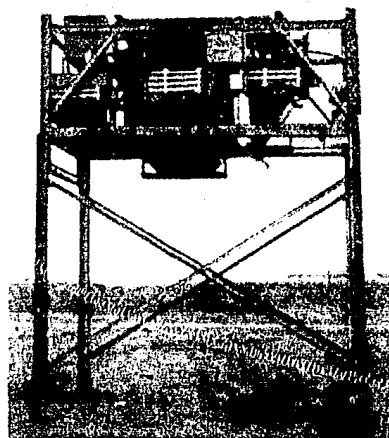
Silo de almacenamiento de cemento a granel, de gran capacidad y de tipo desarmable.



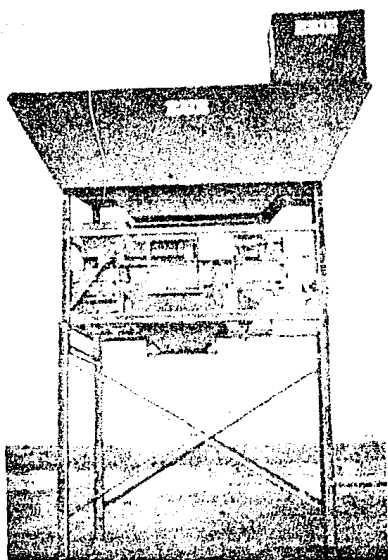
Silo Circular de almacenamiento de cemento al nivel del suelo.



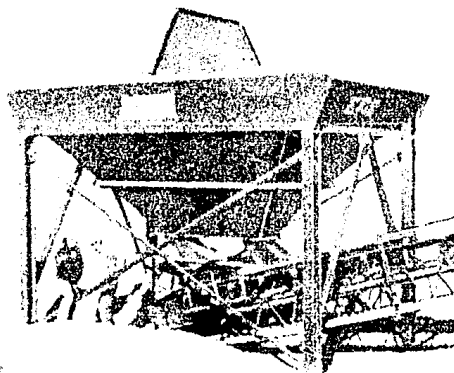
Dosificador integral con patas articuladas.



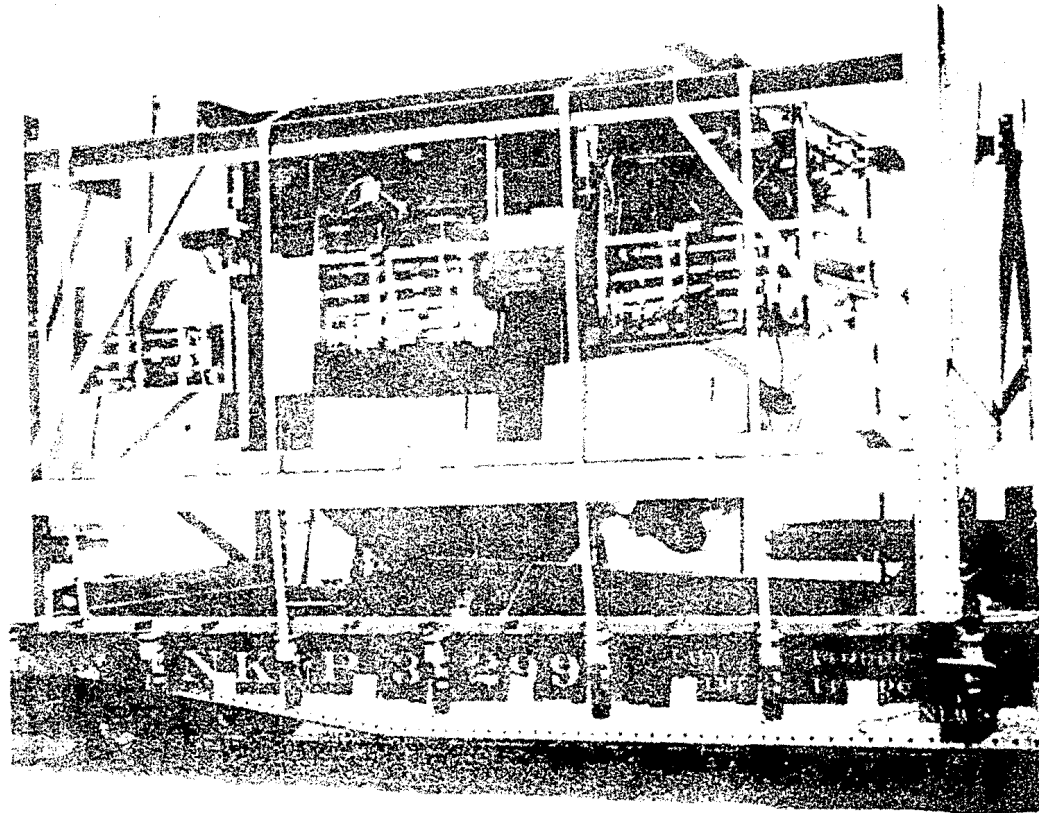
La misma dosificadora en su posición de trabajo, se fija al piso mediante gruesos pernos.



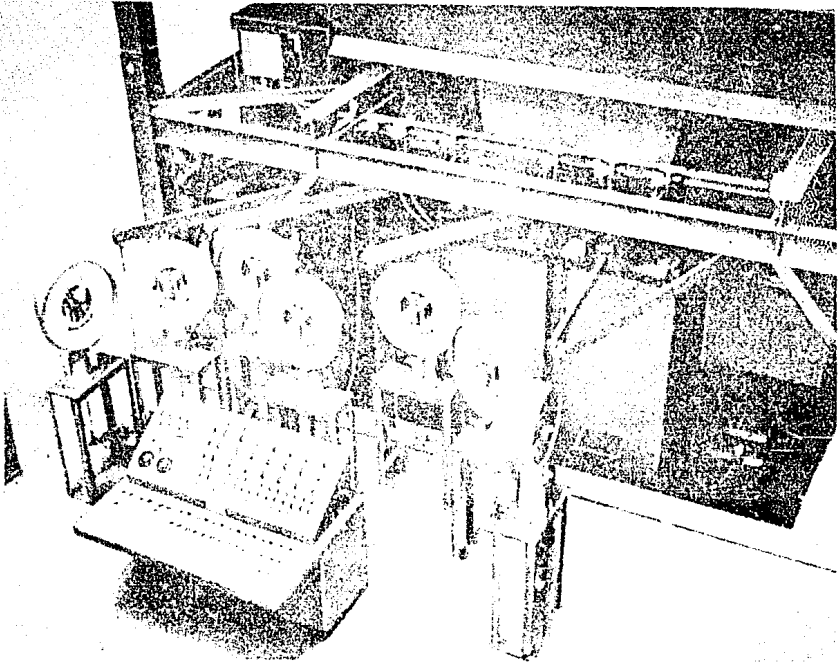
Tolva y plataforma de cemento tipo portátil.



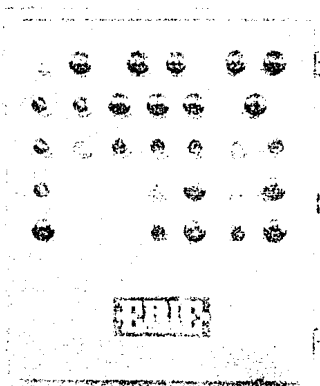
Tolva de agregados con dos compartimentos y 38 M3. de capacidad.



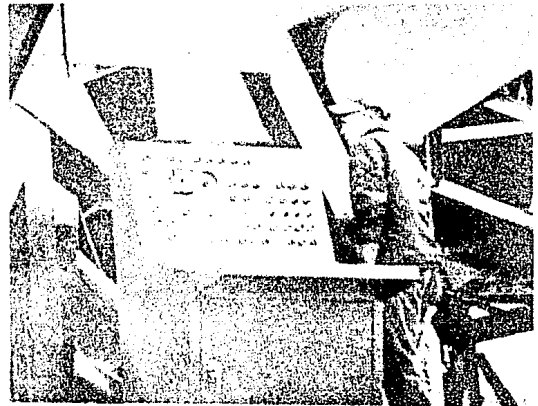
Dosificadora Integral en la que todos los dosificadores han sido montados en fábrica, se transporta fácilmente como una unidad.



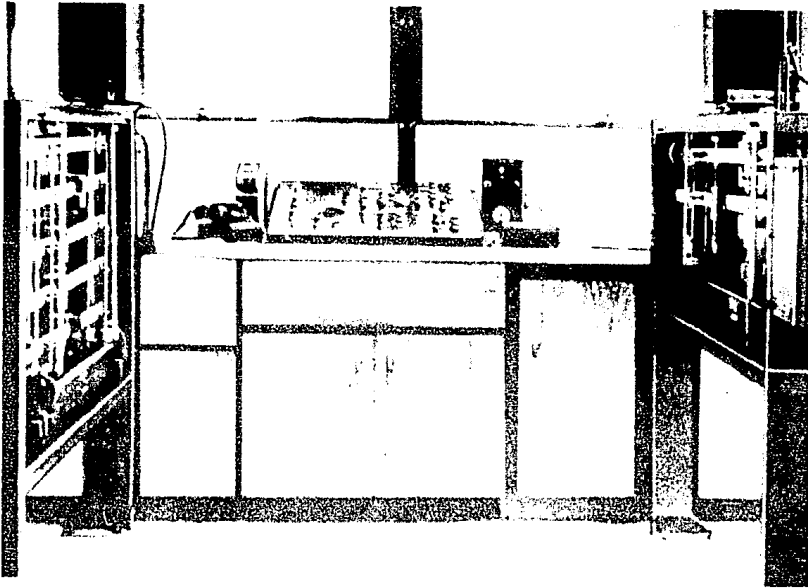
Sección dosificadora integral con dosificadores individuales para cada tipo de agregados, cemento y agua. La consola de control central y las básculas de cuadrante permiten que un sólo individuo haga funcionar toda la instalación.



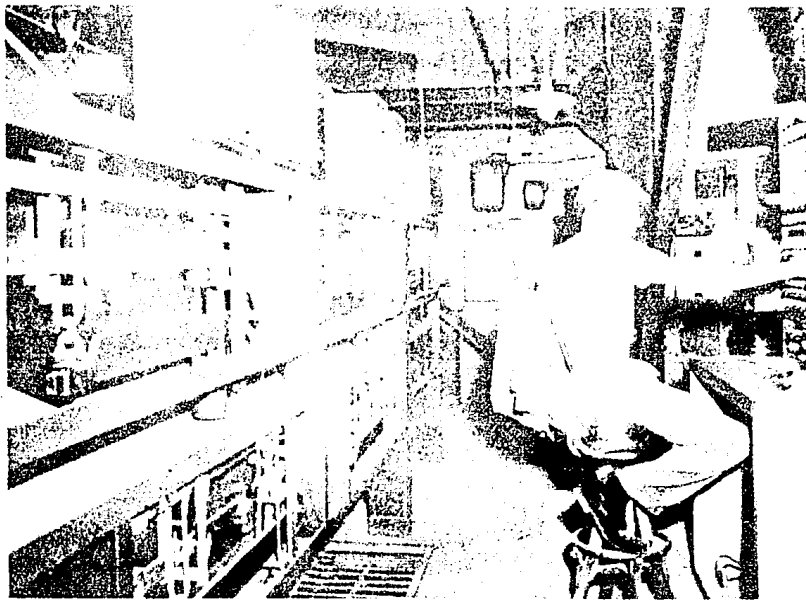
Talero de control para la - dosificación de cemento y - agregados.



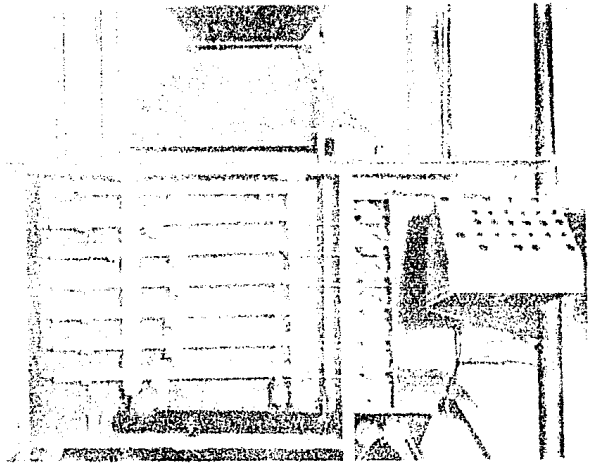
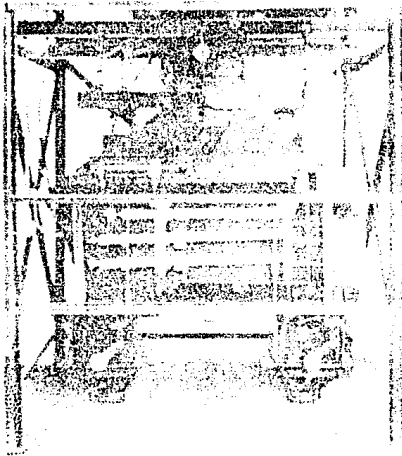
Consola para la operación de una planta tipo portátil, fácilmente transportable.



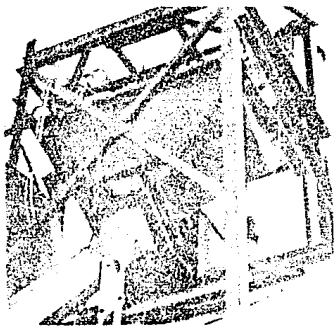
Caseta de operación de una planta semi-permanente, un sólo hombre puede - controlar las labores de: Dosificación, despacho, recibo de pedidos y facturación.



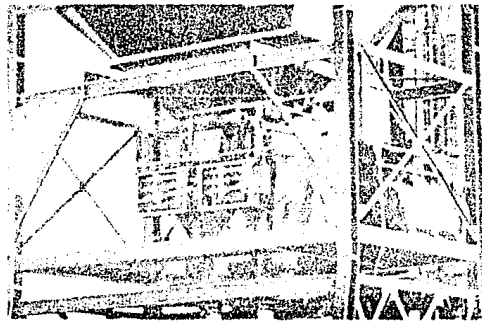
Dosificadores individuales para agregados, cemento y agua, se controlan - automáticamente desde una simple posición central.



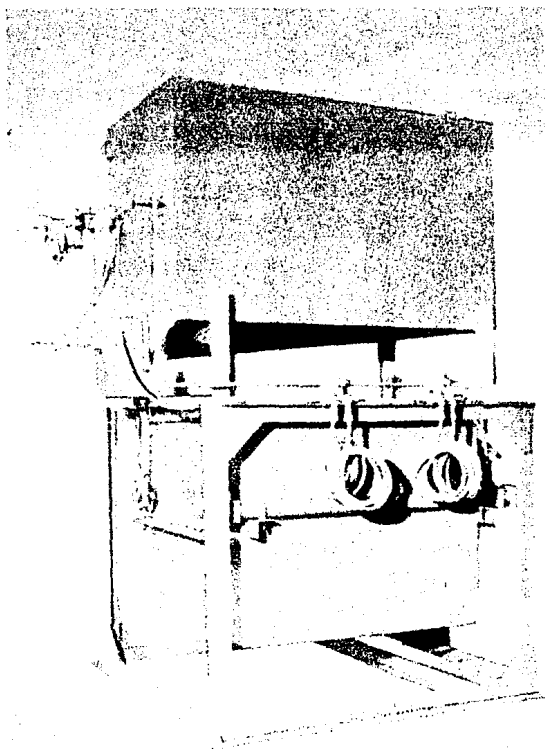
Básculas de balancín y consola para la dosificación del cemento y agregados.



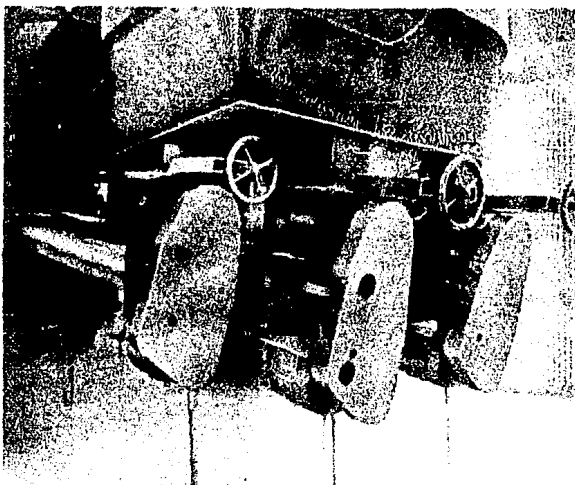
Dosificador de cemento tipo -  
portátil, siempre se encuentra  
en posición de operación.



Dosificadoras gemelas usadas en la construcción  
de carreteras.



Dosificador de agua con capacidad de 1400 Lts.



Alimentadores rotatorios y de tornillo para abastecer de cemento a los dosificadores.

## REGISTRADORES

Los registradores son de dos tipos principales gráficos y digital. Ambos dan una información permanente y exacta de una docena ó más de datos como el tiempo y fecha en que se produjo cada dosificación, tiempo de mezclado, el peso de los ingredientes y -- otras características interesantes.

Los registradores gráficos, pueden estar provistos de una a doce plumas, que indican los pesos de hasta doce balanzas separadas sobre una tira continua de papel. Los registradores digitales más recientes dan escritos a máquina permanentemente hasta 15 valores. La ventaja característica del registrador de tipo digital es su precisión de hasta el medio por ciento. Además, hace varias copias legibles escritas a máquina de datos de rendimiento expresados en números arábigos normales. La máquina de escribir automática, -- que es el centro del registrador digital, se hace funcionar mediante exactos impulsos eléctricos; el sistema completo de lectura no es afectado por impactos mecánicos ó vibraciones.

Una de las últimas ideas en el proyecto de dosificadores, es el de la unidad completa, en que los dosificadores de agregados, cemento y agua están completamente instalados en una sección de dosificación montada en la fábrica. En el conjunto se incluyen -- todas las conexiones eléctricas y de tubería.

Este tipo de unidad dosificadora ahorra mucho tiempo de montaje, especialmente si la instalación se traslada frecuentemente.



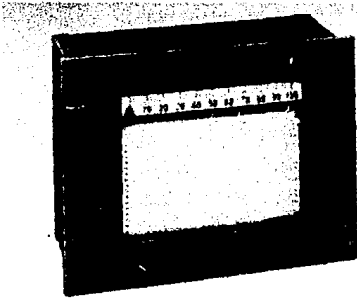
Además incluye protección adecuada para los controles de aire, - válvulas solenoides, tuberías de aire y otros componentes que podrían averiarse accidentalmente si se manejasen por separado.

### ACCESORIOS ADICIONALES

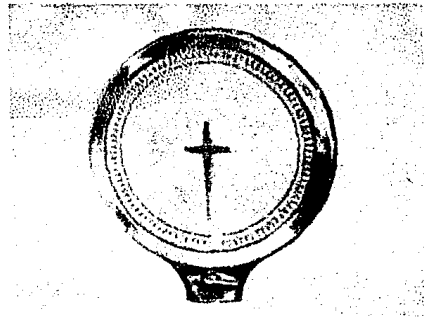
Cuando se proyecten las plantas dosificadoras y mezcladoras - actuales, se debe tener en cuenta que se le pueden añadir controles automáticos y semiautomáticos y otros accesorios para mejorar el equipo ó alterarlo de acuerdo con las necesidades específicas - de las obras.

El rendimiento de las plantas puede aumentarse mediante la -- instalación de un dosificador de mayor tamaño ( de 2 a 4 M3. ) -- por ejemplo ó es posible agregar más dosificadores ( cada uno con su báscula ) a fin de pesar todos los componentes simultáneamente en vez de hacerlo en forma sucesiva por el método acumulativo. - Mayores compuertas de acción hidráulica también aceleran la co-- rriente de material que va hacia los dosificadores y viene de ellos.

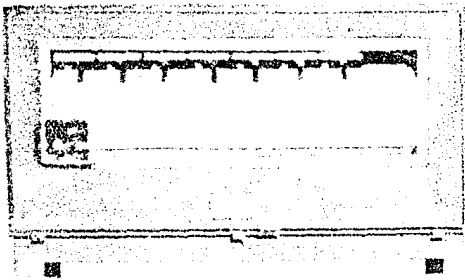
Se pueden hacer todas estas alteraciones en las plantas que se fabrican hoy en día y las plantas viejas pueden también convertir\_ se ó mejorarse, pero esas modificaciones deben ser hechas por In- genieros experimentados.



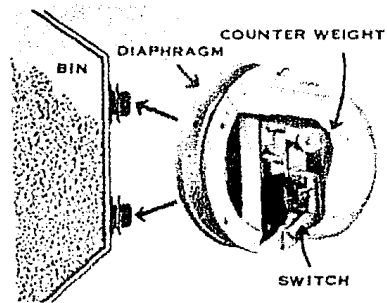
Registro con capacidad hasta para -  
12 materiales.



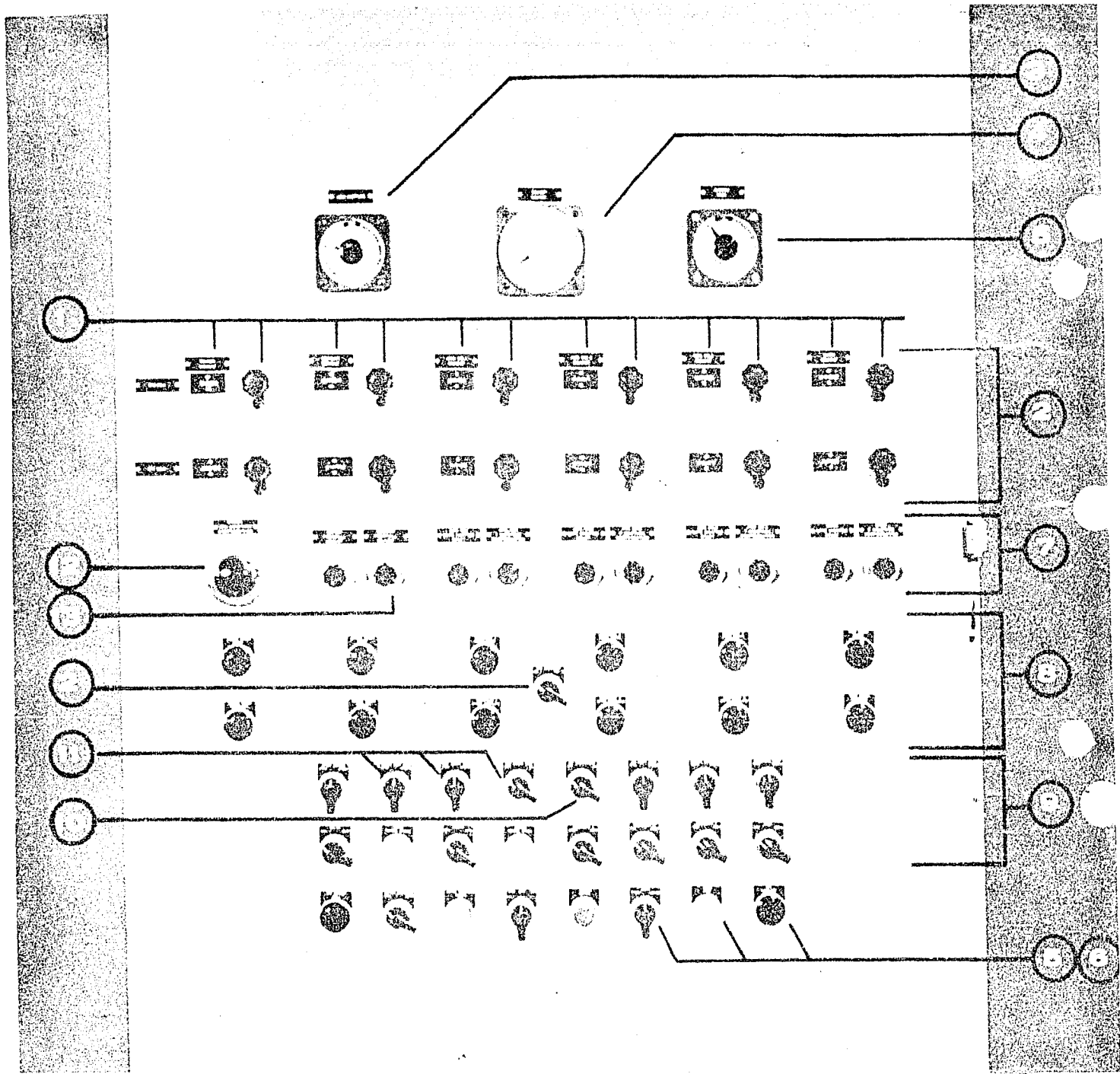
Escala de carátula el peso por do-  
sificar siempre está indicado preci-  
samente en el extremo de la aguja.

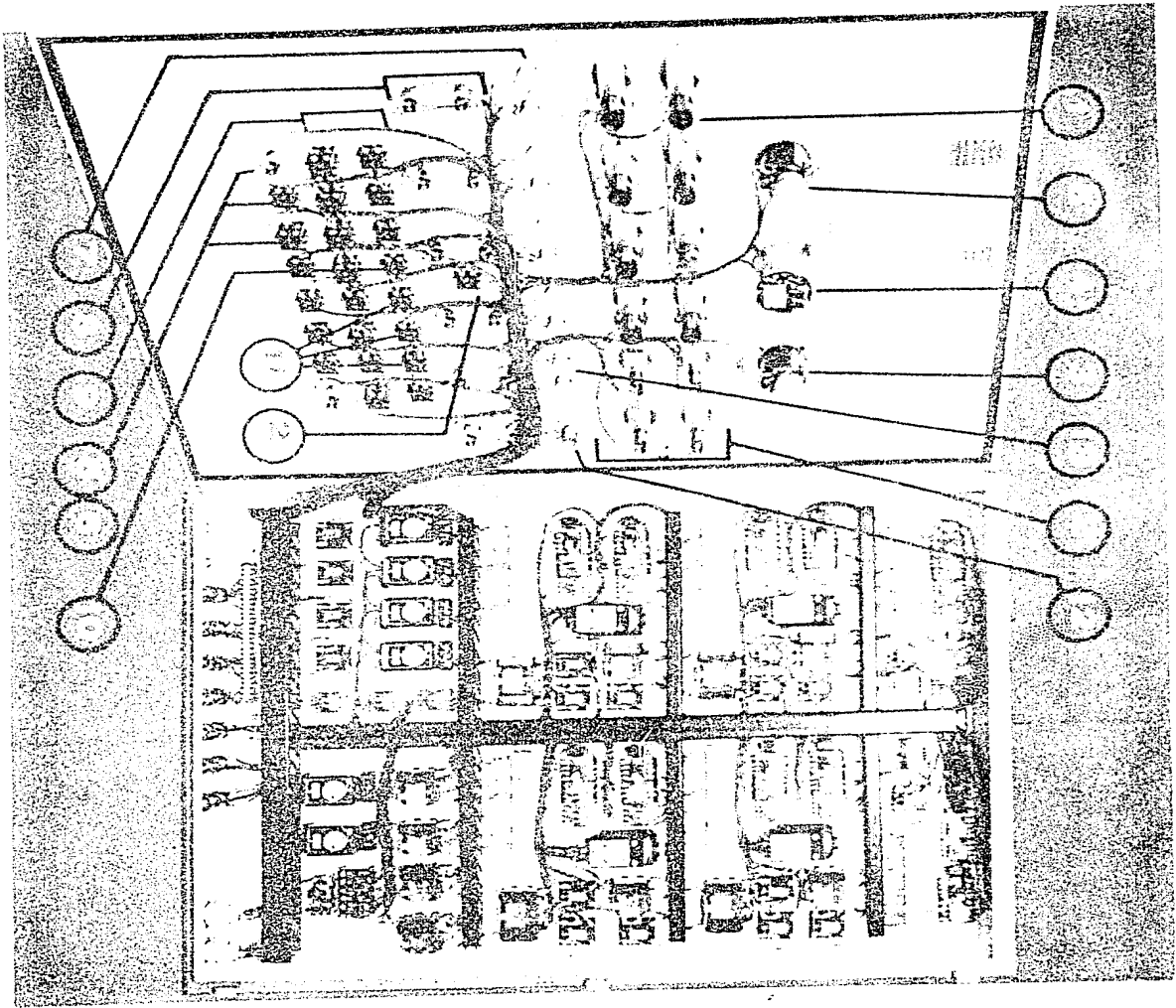


Registro con siete peines, imprimir la -  
hora y la fecha y el peso de 5 agrega-  
dos cemento y agua.



Señales de depósito, indicadores de  
alta y baja informan si el peso en -  
los depósitos está listo para la entre-  
ga.





## CONSOLA PLANTA TIPO SEMIPERMANENTE

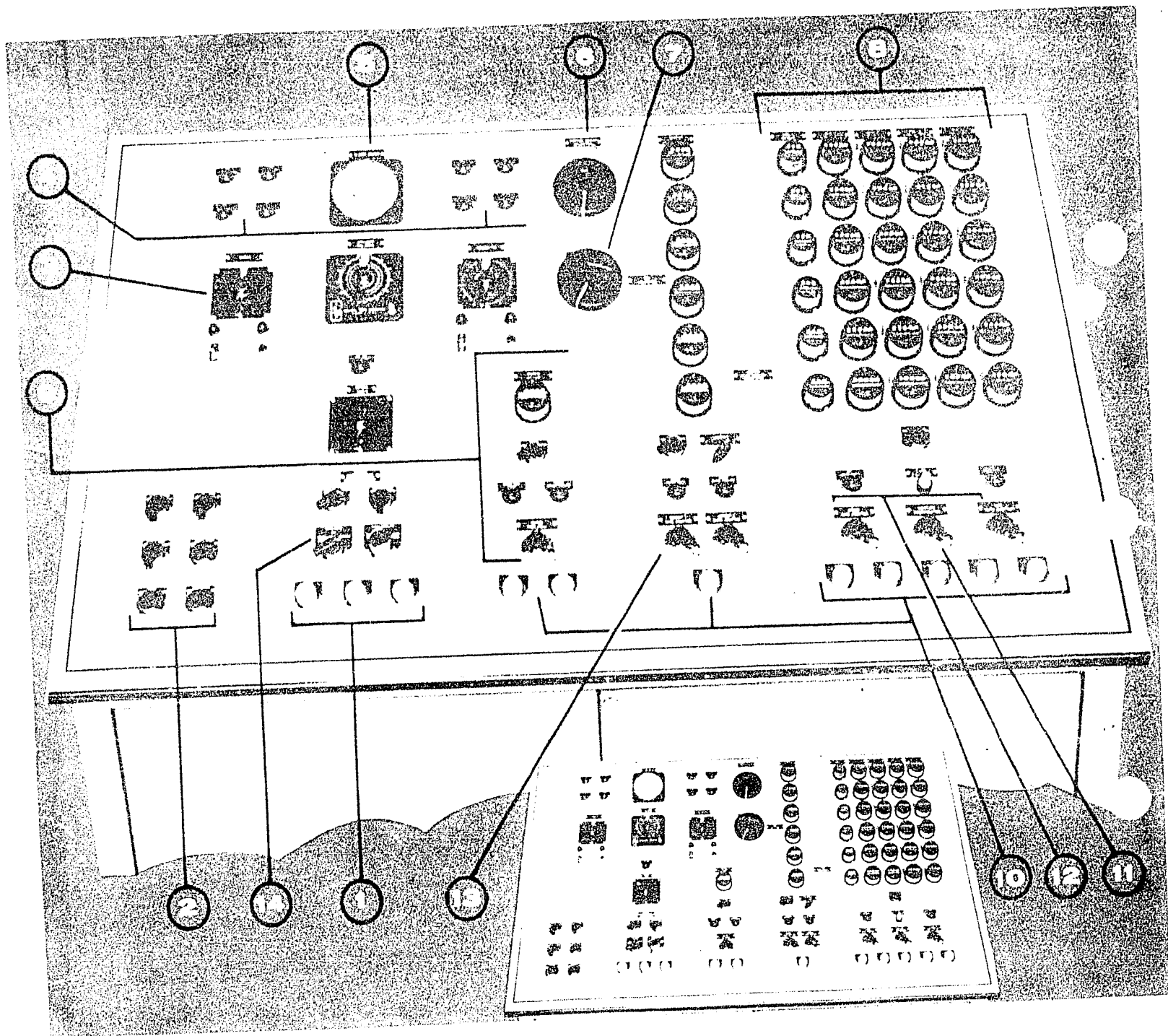
- 1.- Botones para marcar pesos. Dan los pesos deseados para concreto, agregados y agua en indicadores individuales
- 2.- Botones para marcar pesos de una segunda mezcla e interruptor selector de mezcla fijados exactamente igual que el primero.
- 3.- Disco para aditivos.- Fija el medidor de tiempo y aditivos líquidos para inclusión de aire, alta resistencia rápida. Los aditivos son añadidos automáticamente en volúmen. Por cada tipo de aditivo se agregará un disco en el tablero. †
- 4.- Medido de revenimiento.- Permite al operador darse cuenta si el concreto ya mezclado fué producido como se desea.
- 5.- Medido de tiempo de mezclado.- Da un tiempo igual para cada mezcla por medio de una luz que indica que la mezcla está lista para ser usada. †
- 6.- Controles de la mezcla.- Controlan la posición del tambor de mezclado para vaciar todo ó parte de la carga. †
- 7.- Controles de productividad parcial.- Proporcionan los pesos exactos por medio de una compuerta de control. Al alcanzar el peso final fijado de antemano el cual se alcanza adicionando mezcla, las compuertas se cierran antes de alcanzar el peso final fijado de antemano el cual se alcanza adicionando mezcla.
- 8.- Luces Indicadoras.- Se encienden cuando la carga de agregados y cemento está completamente llena y cuando los tambores están vacíos. \*
- 9.- Controles Manuales.- Proporcionan operaciones manuales opcionales si así se desea. \*
- 10.- Interruptor de Compresor de Aire.- Proporciona operaciones de encendido en el sistema de aire comprimido de la planta.
- 11.- Controles de cemento y agregados ya sea que se use transportador de banda, cangilones ó rodillos. \*
- 12.- Control compensador de humedad.- Compensa la humedad superficial de los agregados sobre la base de porcentajes.
- 13.- Compensador de caída libre.- Cierra prematuramente las compuertas y compensa al material suspendido en el aire durante la caída libre de material hasta la obtención del peso especificado. \*

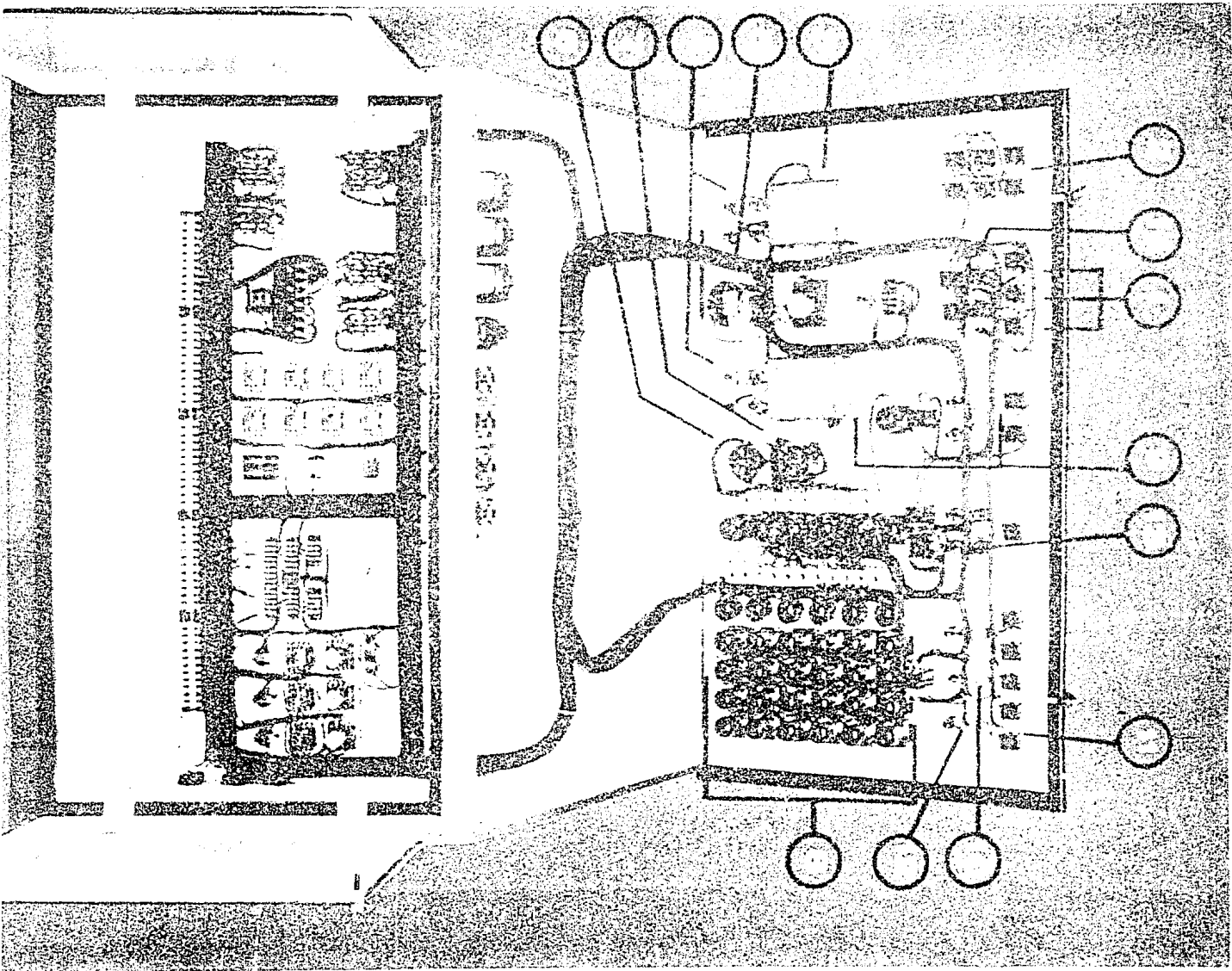
† Equipo Básico

\* Equipo Opcional.

## CONSOLA PLANTA TIPO SEMIPERMANENTE

- \* Dan los pesos deseados para concreto, agregados y agua en indicadores individuales de peso. \*
- ' de una segunda mezcla e interruptor selector de mezcla fijados exactamente igual que para la primera mezcla. '
- ' el medidor de tiempo y aditivos líquidos para inclusión de aire, alta resistencia rápida ó plasticidad. Los aditivos se agregan automáticamente en volúmen. Por cada tipo de aditivo se agregará un disco en el tablero. '
- ' Permite al operador darse cuenta si el concreto ya mezclado fué producido como se especificó. '
- ' - Da un tiempo igual para cada mezcla por medio de una luz que indica que la mezcla puede ser descargada. -
- ' Controlan la posición del tambor de mezclado para vaciar todo ó parte de la carga. '
- ' - Proporcionan los pesos exactos por medio de una compuerta de control. Ajustando éstos controles -- antes de alcanzar el peso final fijado de antemano el cual se alcanza adicionando medidas de materiales. \*
- ' - Indican cuando la carga de agregados y cemento está completamente llena y cuando los dosificadores individuales están llenos. \*
- ' - Proporcionan operaciones manuales opcionales si así se desea. \*
- ' de Aire. - Proporciona operaciones de encendido en el sistema de aire comprimido de la planta. \*
- ' - Proporciona un tiempo para los agregados ya sea que se use transportador de banda, cangilones ó rodillos. \*
- ' - Compensa la humedad superficial de los agregados sobre la base de porcentaje. '
- ' - Cierra prematuramente las compuertas y compensa al material suspendido en el aire surtiendo cantidades -- hasta la obtención del peso especificado. \*







## CONSOLA PLANTA TIPO PERMANENTE.

- 1.- Controles de la mezcladora.- Controlan la descarga y el tiempo de mezclado. †
- 2.- Controles de los motores de la planta.- Sirven para parar y arrancar los transportadores de b
- 3.- Controles para los aditivos.- Permiten en un momento dado un aumento exacto de los aditiv
- 4.- Controles del silo de cemento.- Por medio de luces indicadoras de alto y bajo nivel el oper
- cemento. \* †
- 5.- Controles del revenimiento del concreto.- Por medio de éstos se lee en la escala graduada e
- estrictamente con alta precisión. †
- 6.- Controles de productividad parcial. Girando el switch permite una producción parcial sin n
- El indicador de yardas tiene un rango de 1 a 8 yardas cúbicas en incrementos de 0,25 yardas
- 7.- Controles para la selección de la mezcla. Permite la selección de cualquiera de las mezcla
- 8.- Controles de peso de los materiales. Operando la manija puede proporcionar el peso de cad
- sición hasta cuando las manijas estén reajustadas para una nueva proporción. \* †
- 9.- Controles del agua.- Controlan previamente el peso del agua requerido, incluyendo botone
- adoras del llenado y vaciado del mezcladora, compensador de caída libre, control de la t
- prevenir un mezclado doble. \* †
- 10.- Control manual.- Proporciona un control opcional de botón para cada fase en el ciclo de p
- 11.- Control compensador de humedad.- Proporciona una fácil y precisa compensación para la h
- 12.- Controles de ajuste de las compuertas. Cierra prematuramente las compuertas de la obtenc
- adicionando medidas controladas del materiales. \* †
- 13.- Controles para la alimentación por partes de cemento.- Cierra las compuertas antes de la
- materiales suspendido en el aire; surte cantidades controladas del material hasta que se ok
- 14.- Controles para la repetición del ciclo inmediatamente después de la descarga; este contro
- los materiales para la siguiente mezcla. †

† Equipo Básico

\* Equipo Opcional.

## CONSOLA PLANTA TIPO PERMANENTE.

ora.- Controlan la descarga y el tiempo de mezclado. '

de la planta.- Sirven para parar y arrancar los transportadores de banda y gusano. \*

os.- Permiten en un momento dado un aumento exacto de los aditivos. '

mento.- Por medio de luces indicadoras de alto y bajo nivel el operador lleva un record constante de la cantidad de

to del concreto.- Por medio de éstos se lee en la escala graduada el asentamiento del concreto que está valuado -  
resición. '

ad parcial. Girando el switch permite una producción parcial sin necesidad de ajustar los controles ya ajustados.-  
ene un rango de 1 a 8 yardas cúbicas en incrementos de 0.25 yardas cúbicas. '

ón de la mezcla. Permite la selección de cualquiera de las mezclas prefijadas. '

materiales. Operando la manija puede proporcionar el peso de cada material. Estos pesos serán repetidos con pre-  
manijas estén reajustadas para una nueva proporción. \*

strolan previamente el peso del agua requerido, incluyendo botones de control automático ó manual, luces indi-  
ciado del mezcladora, compensador de caída libre, control de la temperatura del agua y cierre automático para-  
le. \*

ciona un control opcional de botón para cada fase en el ciclo de producción. \*

humedad.- Proporciona una fácil y precisa compensación para la humedad superficial de la arena. '

s compuertas. Cierra prematuramente las compuertas de la obtención del peso especificado el cuál se alcanza -  
troladas del materiales. \*

ación por partes de cemento.- Cierra las compuertas antes de la obtención del peso especificado compensa el -  
el aire; surte cantidades controladas del material hasta que se obtiene el peso especificado. \*

ón del ciclo inmediatamente después de la descarga; este control se encarga de volver a pesar automáticamente  
uiente mezcla. '

Personal necesario.- Hemos visto que la producción de las plantas dosificadoras, depende del agrado de automatización y movilidad de las mismas.

También es muy frecuente que el equipo dosificador tenga una olla mezcladora acoplada, de esta manera la descarga se puede hacer a esta olla ó directamente a una mezcladora independiente de la planta ó bien adaptarlo a ambas circunstancias, esto se usa cuando se cuenta con un equipo de camiones revolvedores.

Es por estas circunstancias que el personal varía de acuerdo con el tipo del equipo empleado.

A continuación y en forma general se da una lista del personal necesario en una planta dosificadora:

Un Ingeniero en Jefe

Un Jefe de Laboratorio

Un Ayudante de Laboratorio

Un Ayudante sacando cilindros y revenimientos

Un Jefe de Mantenimiento

Un operador de básculas de balancín

Un operador de la consola

Un despachador

Un mecánico soldador

Dos operadores de la olla mezcladora

Dos haciendo limpieza de la mezcladora

Dos tolveros de agregados

Un tolvero de cemento

Un operador de trascavo ó grúa (alimenta tolvas)

Un velador

Un aguador y limpieza

**Inspección del Equipo Dosificador.**- Dependiendo de la magnitud de la obra, el Inspector deberá formarse un criterio para la inspección del equipo.

Los puntos principales en los cuales deberá fijar su atención son los siguientes:

1.- **Terreno.**- Deberá estar lo suficientemente próximo al centro de consumo del concreto, ya que la transportación es uno de los elementos más importantes en el costo.

El sitio debe ser suficientemente grande, con objeto de evitar cualquier entorpecimiento en el tránsito del concreto. También es necesario un patio grande para el almacenaje de los agregados.

2.- **Tolvas para los materiales componentes.**- Este depósito debe tener como mínimo dos compartimientos pero de preferencia debe tener tres ó cuatro (para cada uno de los tipos de agregado), pues de esta manera la planta ofrecerá un mejor servicio para cualquier clase de obras, pues tendrá más tamaño para cualquier mezcla especificada.

3.- **Depósito para almacenar cemento.**- Estos depósitos dependerán principalmente de la escasez ó abundancia del cemento en-

La localidad, así como también de la forma de entrega.

Si se usa cemento a granel, los depósitos de almacenaje deben ser si es posible para dos clases, aunque muchas plantas operan -- con bastante eficiencia con un sólo depósito.

Cuando se usa cemento en sacos, se instala una tolva pequeña la que puede subir y bajar por medio de una grúa eléctrica, de -- esta manera se ahorra tiempo y trabajo al cargar cemento en las -- mezcladoras.

4.- Tolva de cemento.- Esta debe tener lados muy pendientes y ángulos muy redondeados para que se limpie por si sola.

Deberán estar equipadas con un vibrador para asegurar la des -- carga total del cemento.

Es aconsejable introducir periódicamente aire seco a baja -- presión para remover las partículas que pudieran estar adheridas. No debe permitirse nunca la caída libre del cemento ni en los -- silos de almacenamiento ni en las tolvas clasificadoras.

5.- Equipo para el manejo de materiales.- Las condiciones -- individuales dicrarán la clase de equipo que se deba usar para -- subir los agregados a las tolvas superiores, los equipos más usa -- dos son: La banda transportadora y la grúa.

En el caso del cemento éste deberá subir por medio de gusa -- no ó de cangilones, evitando que pueda haber pérdida de este -- material.

6.- Caja para pesar la mezcla.- Esta deberá ser de suficien

te capacidad, como para que le quepa la carga completa de la mezcladora central ó del camión mezclador, esto es absolutamente indispensable ya que la carga se puede dividir en dos pesadas y después descargarse en la unidad mezcladora, es sin embargo, de gran economía en tiempo y reduce las posibilidades de errores en la mezcla.

El equipo puede ser del tipo que pesa los materiales componentes y el cemento en la misma caja ó puede tener cajas por separado con básculas por separado; este último es el que proporciona más seguridad.

7.- Suministro de agua.- Deberá tener una entrada y una salida de suficiente capacidad, dependiendo del tamaño de la planta.

Los dispositivos no deberán presentar ninguna fuga cuando las válvulas estén cerradas.

8.- El Inspector podrá exigir que la planta cuente con los siguientes accesorios:

- a).- Un medidor de humedad libre
- b).- Un medidor de contenido de aire
- c).- Un dosificador para mezclas líquidas
- d).- Un juego de cribas reglamentarias
- e).- Una báscula pequeña de Laboratorio
- f).- Una báscula de plataforma con una capacidad aproximada de 100 Kg.
- g).- Un hornillo eléctrico

h).- Un medidor de un plé cúbico.

i).- Una bomba de agua de alta presión para la limpieza de las mezcladoras.

j).- Una fosa de asentamiento para que caiga el agua de lavado.

Además de los puntos anteriormente dichos, el Inspector deberá comprobar rutinariamente que el equipo sea capaz de dar la aproximación en peso dentro de las tolerancias de las especificaciones, y efectuar una inspección de rutina para ver si se está operando satisfactoriamente.

Las tolvas pesadoras deberán construirse de tal manera que sea fácil el muestreo de los materiales. Todas las partes que trabajan en las tolvas, particularmente los bordes de las cuchillas deben estar en buenas condiciones, libres de fricción, accesibles a la inspección y limpieza y protegidas contra el material que cae ó se adhiere.

En grandes obras las básculas deben estar equipadas por lo menos con 10 pesas standar de 22,7 Kg. Cuando la báscula ha sido comprobada hasta el límite de las pesas, éstas se quitan y se colocan materiales suficientes en la tolva para producir la misma lectura en la báscula, hecho ésto se volverán a colocar las pesas para comprobar la báscula a cargas mayores. Las lecturas para cada incremento de carga se van registrando y de ésta manera el error de la báscula se puede considerar en la dosificación. Cada báscu

la deberá ser calibrada cada mes, haciendo además comprobaciones aisladas intermedias para cargas normales del proporcionamiento, por lo menos dos veces cada jornada de trabajo, la báscula deberá ser balanceada a cero y deberá inspeccionarse frecuentemente para determinar si hay señales de movimientos, inexactitud, desperfectos ó materiales adheridos que no descarguen.

En una planta equipada con la alimentación, cierres automáticos y graficadores, puede hacerse una prueba de verificación aplicando incrementos de carga conocidos por medio de pesas de prueba, comparando la carga real con la lectura correspondiente de la barra ó de la carátula del registrador.

El mecanismo del cierre de admisión se prueba durante las operaciones regulares colocando el ajuste del cierre de admisión, en una determinada báscula hasta el ajuste normal en varios incrementos para un número sucesivo de pesadas, y comparando las lecturas en las carátulas de los interruptores con los ajustes del cierre de admisión, el error de pesado que es la diferencia entre la lectura de la carátula y la carga real y el error de alimentación que es la diferencia entre el ajuste del cierre de admisión y la correspondiente lectura de las carátulas, se suman para obtener el error total del proporcionamiento.



## MEZCLADO.

Uno de los capítulos más importantes en la elaboración del concreto, es el correspondiente al mezclado, pues en este proceso, es donde entra el agua a formar parte de la mezcla, y en forma determinante de la cantidad de agua depende la calidad del concreto.

La función efectiva del agua en el concreto, es hacer que el cemento frague y endurezca, para ésto se necesita solamente una pequeña parte de la incluida en la mezcla, la parte restante sirve para darle manejabilidad al concreto. Es de suma importancia que la cantidad de agua sea la absolutamente necesaria, ya que un exceso de ésta se traduce en una menor resistencia del concreto, mayores contracciones, mayor permeabilidad.

El Inspector deberá exigir la misma proporción de ingredientes para cada revoltura, pues de ésta manera se tendrá un concreto más uniforme en todo el proceso de la obra.

Solamente en el caso de que los agregados estuvieran más secos ó más húmedos, se permitirá un ajuste en la proporción del

agua, en algunas ocasiones y dentro de ciertos límites, los operarios podrán hacer el ajuste respectivo, pero si después de ésta la mezcla sigue demasiado seca ó demasiado húmeda, se deberá dar aviso inmediato al encargado de la obra.

Por lo regular la primera mezcla resulta áspera y pedregosa -- por que parte del cemento y de la arena, son retenidos por adherencia en las aspas y en los costados de la revolvedora y es por esta razón que la primera mezcla se debe emplear en algún sitio -- donde la calidad del concreto no sea muy importante, esto se puede evitar dando a la primera mezcla una proporción mayor de cemento.

Se deberá exigir que el operador de la revolvedora sea una -- persona muy competente, pues de esta manera, se podrá conservar más uniformidad en el concreto.

Una manera muy sencilla de verificar durante el proceso de colado la uniformidad del concreto, es mediante la prueba de reventamiento, esta prueba nos señala la consistencia y manejabilidad de la mezcla, el reventamiento se mide en centímetros y no es otra cosa que el asentamiento que presenta una mezcla fresca al quitársele el molde troncocónico en el que inicialmente se había colocado, es decir es la diferencia de altura entre el molde y la que guarda la mezcla después de quitarlo.

En el caso de observar durante la producción una discrepancia en el reventamiento, el cual no debe variar más de 2 cm. arriba ó --

abajo del especificado, la Intervención del Inspector no debe ser inmediata, sino que este debe acudir y observar personalmente --- otras dos ó tres pruebas, si la discrepancia continuara después de tres pruebas con el mismo error, se deberán corregir con la disminución ó el aumento de agua para volver a la consistencia especificada.

Posteriormente se deberá revisar las básculas para ver si no -- ha habido variación en las pesadas por descomposturas del equipo -- y también verificar si el error se debe a los operadores.

Si ninguna de estas razones es la causante del error, habrá -- que hacer nuevas pruebas a los agregados determinando las humedades respectivas para hacer la corrección por este concepto.

Mientras esto sucede no deben pararse los colados, pero si se ha de trabajar con mucho cuidado y sobre todo habrán de seguirse observando los revenimientos.

Por todo lo anterior, se ve que la prueba de revenimiento es -- de suma importancia, pues por si sola nos muestra las variaciones de uniformidad del concreto, además se puede considerar como la única prueba de campo que dá un auxilio inmediato al personal de inspección, pues mediante su conocimiento se obtendrá una producción más uniforme y se evitará que el agua de mezclado origine -- variaciones en la resistencia del concreto.

Equipo Mezclador.- Se entiende por equipo mezclador al dispositivo mecánico, cuya función es mezclar los ingredientes del con-

creto para dar en un determinado tiempo una revoltura homogénea, uniforme y trabajable.

El principio de todos los equipos mezcladores es un tambor cilíndrico ó tronco cónico provisto de aspás en su interior y con un movimiento rotatorio, el cual hace que los ingredientes del concreto se trasladen horizontalmente de un extremo a otro.

La disposición de las aspás y su forma deben asegurar un intercambio completo de los materiales paralelamente al eje de rotación y también un movimiento de esparcimiento de la revoltura sobre sí misma.

En la actualidad existen dos tipos de mezcladoras:

- |                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| 1.- Móviles       | basculantes<br>no basculantes |
| 2.- Estacionarias | basculantes<br>no basculantes |

Por lo regular las móviles son las de capacidades menores, --- aunque las más grandes, pueden tener una producción por ciclo hasta de 1.5 M3.

Las estacionarias son por lo general para volúmenes mayores -- de 1.00 M3.

El uso de alguna de ellas dependerá de la obra. Cuando se tiene por colar una ó varias obras pequeñas y distantes conviene el uso de las mezcladoras móviles, colocándolas junto a la zona de colado ó a una distancia razonable ó al centro de todos los trabajos según la obra u obras en que se necesite.

Las plantas estacionarias presentan grandes ventajas cuando se encuentran convenientemente colocadas, pues se tiene un mejor control de la calidad, quedando solo el problema de transportar el cemento adecuado y eficientemente a cada uno de los puntos requeridos.

Las mezcladoras del tipo no basculantes, constan de un tambor cilíndrico con una abertura en una cabeza para la carga y otra cabeza para la descarga, se carga mediante un cucharón, el cual se eleva impulsado por una cadena con polea de cable, para la descarga tiene un cucharón giratorio metálico, el cual se introduce en el tambor y es alimentado por la acción de las paletas de mezclado, se opera manualmente por medio de una manija ó por medio de un botón de switch a control remoto.

Estas revolvedoras tienen el defecto de que cuando se emplean para la descarga canales en los cuales el concreto pasa en corrientes relativamente pequeñas este tiende a segregarse.

#### Características Principales

A).- Capacidad de Mezclado en yd<sup>3</sup> y M<sup>3</sup>.

B).- Capacidad del tanque de agua en litros

C).- R. P. M. Tambor Mezclador

	26 S	56 S	84 S	126 S	168 S	252 S
	0.76	1.52	2.30	3.45	4.60	7.00
A).-	1	2	3	4.5	6	9
B).-	190	380	570	1135	1135	1135 Doble

C).- 14.5 12.5 12 10.5 10.5 9

Por lo regular las mezcladoras basculantes son más eficientes que las no basculantes, ya que pueden ser descargadas en forma -- más rápida y con un mínimo de segregación y permiten un lavado - con menos trabajo.

Este tipo de mezcladoras cuando son de gran capacidad tienen el problema de la gran altura que necesitan para la descarga, --- actualmente estas mezcladoras están haciendo la descarga en un - ángulo de 60° con lo cual se reduce la cantidad de espacio verti- cal requerido.

Para el movimiento del tambor, las mezcladoras cuentan con una unidad hidráulica de inclinación que consta de un solenoide- doble con una válvula de 4 pasos y una estación de botón eléc- trico, por medio de este equipo se controla el movimiento del -- tambor en el ángulo que uno desee, dentro de los límites de dise- ño.

#### Características Principales

A).- Capacidad de Mezclado en yd<sup>3</sup> y M<sup>3</sup>.

B).- Capacidad del tanque de agua en litros

C).- R. P. M. Tambor Mezclador

	28 S	56 S	84 S	126 S	168 S	210 S
	0.76	1.52	2.30	3.40	4.60	5.70
A).-	1	2	3	4.5	6	7.5
B).-	210	420	630	1250	1400	1820
C).-	15.4	15.4	13.0	11.0	11.0	10.3

NOTA: Las características de las plantas basculantes y no basculantes, fueron obtenidas sacando un promedio de las principales fábricas de equipos mezcladores para concreto de los Estados Unidos.

Existe otro tipo de mezcladoras que constan de dos tambores - unidos los cuales funcionan en tal forma que permiten a pesar de - su poca capacidad tener una producción equivalente a la de dos -- mezcladoras de la misma capacidad de otros tipos.

Este tipo de mezcladoras obliga a alimentarlas continuamente, pues mientras la mezcla puesta con anterioridad pasa al compartimento de mezclado final y se descarga la mezcla a medio revolver, pasa al compartimento final, dejando libre el primero y listo para cargarse.

Este tipo de mezcladoras se usa para pavimentos ó revestimientos de túneles ó canales.

Dos tipos de mezcladoras estacionarias han venido usándose -- cada vez más: el tipo de turbina y la mezcladora de pasta aguada. El primer tipo es fabricado por muchos fabricantes y se usa en donde se requiere concreto de bajo revenimiento, como por ejemplo -- en los casos en que la dosificadora satisficará una operación de -- concreto pre-esforzado en igual forma que una mezcla rápida.

En un modelo el motor está colocado en el centro de la mezcladora y trasmite la fuerza a las hojas a través de un tipo de engranes de reducción, los cuales se encuentran encerrados y trabajando

en aceite, el otro tipo tiene dos rotores cada uno con tres hojas - girando a 42 r.p.m., la flecha de la mezcladora gira a 6 r.p.m., y alimenta las hojas rotatorias y las cuatro hojas estacionarias, - el tipo de mezcladora de turbina se ofrece en capacidades hasta - de 4.5 yd<sup>3</sup>. Ofrecen mucha facilidad de manejo en la carga - y descarga además de tener un acceso visual excelente de la mez- - cla en cualquier momento.

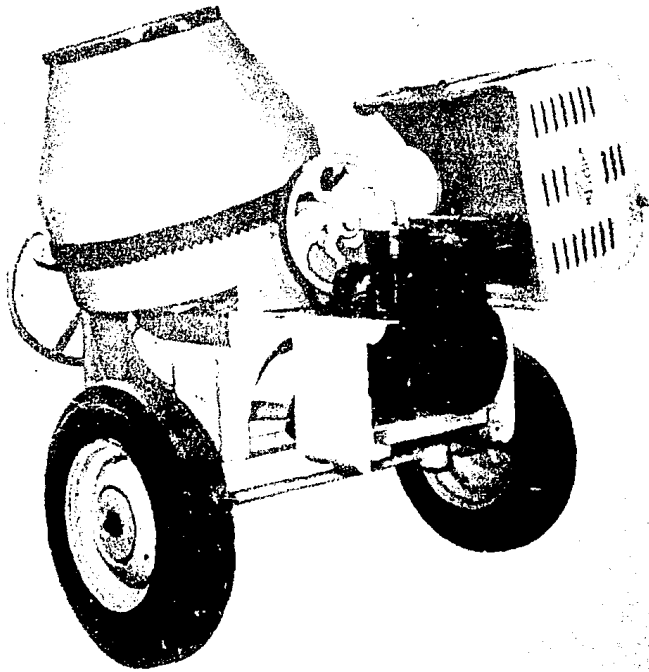
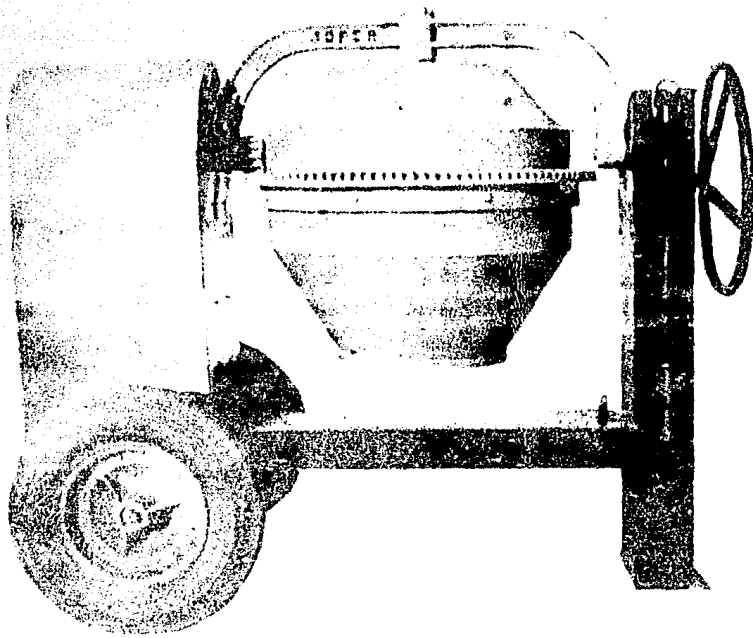
Numerosas pruebas hechas han demostrado que este tipo de -- mezcladora puede eficientemente manejar mezclas secas del con- -- creto requerido y por su alta velocidad de mezclado pueden apre- -- ciablemente ahorrar tiempo. El tiempo de mezclado de estos tipos de mezcladoras varía entre 20 y 30 segundos, según el tipo de -- concreto que se esté fabricando, este tiempo debe ser calculado - a base de pruebas hasta encontrar el óptimo.

#### Capacidades de la Mezcladora tipo Turbina

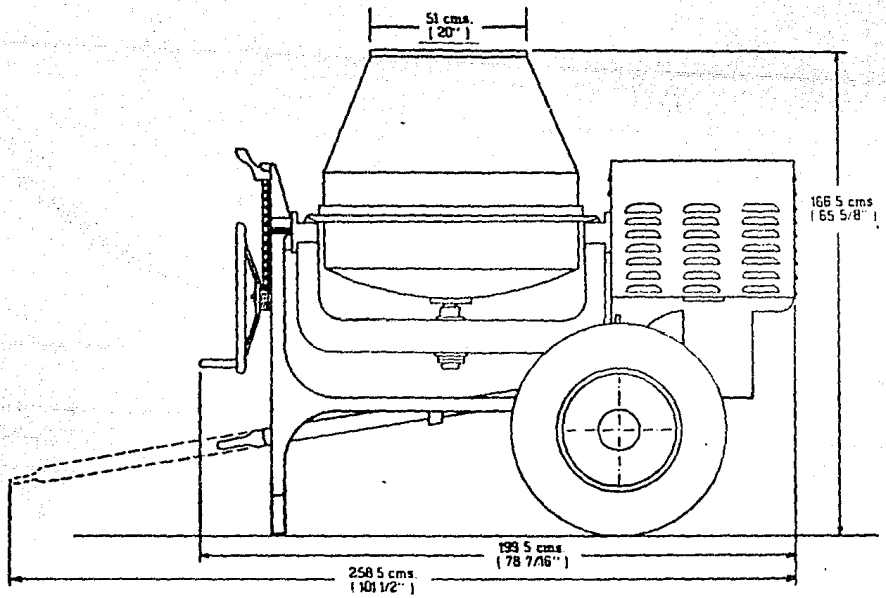
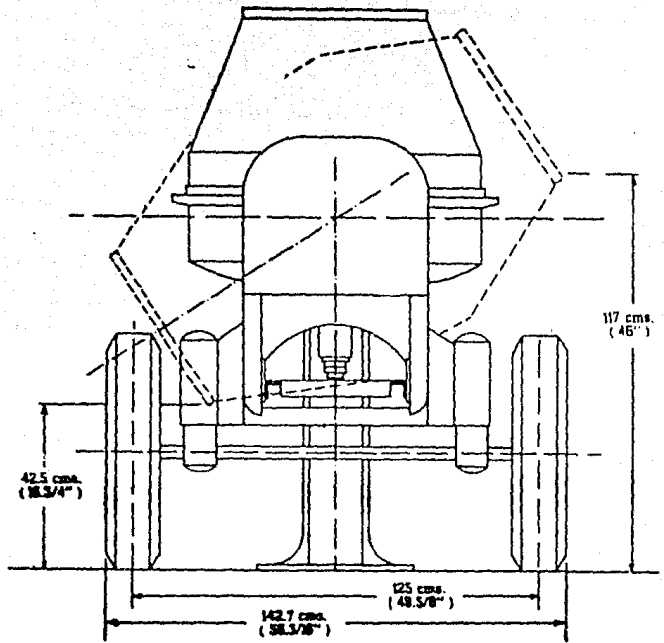
	Modelo 56	Modelo 84	Modelo 112
Concreto de muy bajo re- venimiento.	1.5 yd <sup>3</sup>	2 yd <sup>3</sup>	2.33 yd <sup>3</sup>
Concreto de 1.5 pulgadas de reveni- miento.	2.5 yd <sup>3</sup>	3.5 yd <sup>3</sup>	4.5 yd <sup>3</sup>

La mezcladora de pasta aguada se está probando actualmente - para reducir las molestias del cemento que queda suspendido en -- el aire.

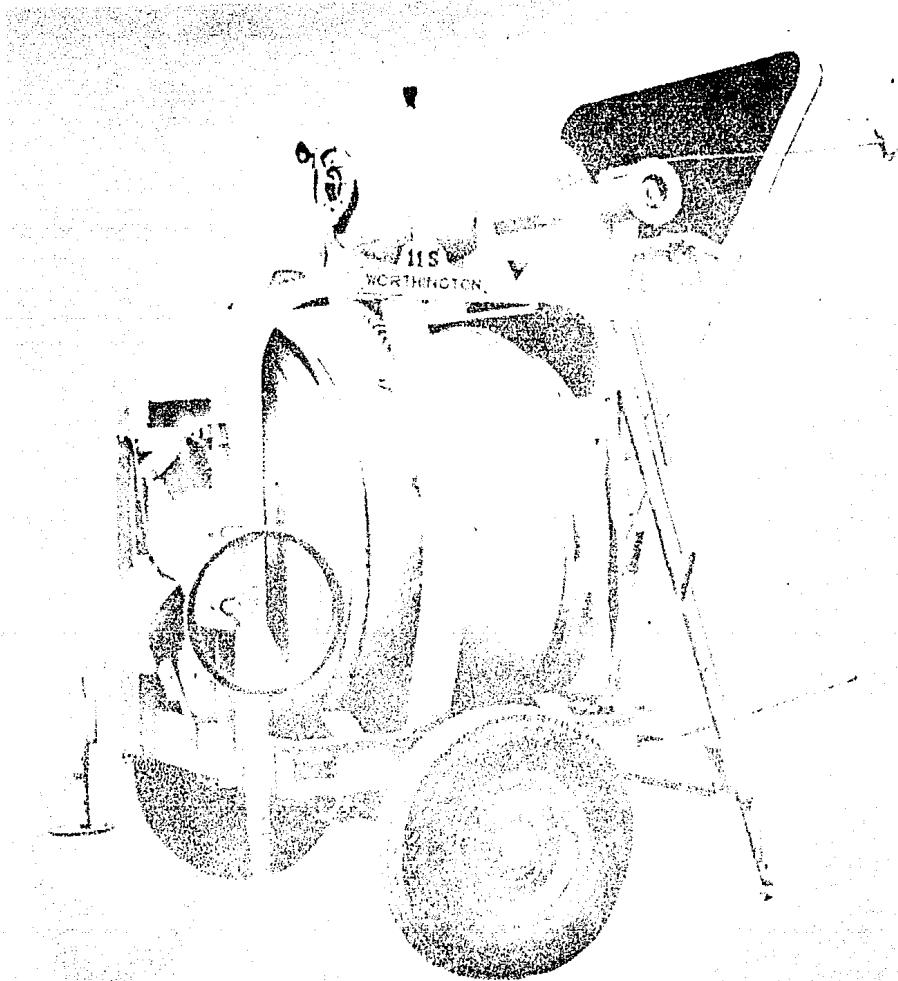




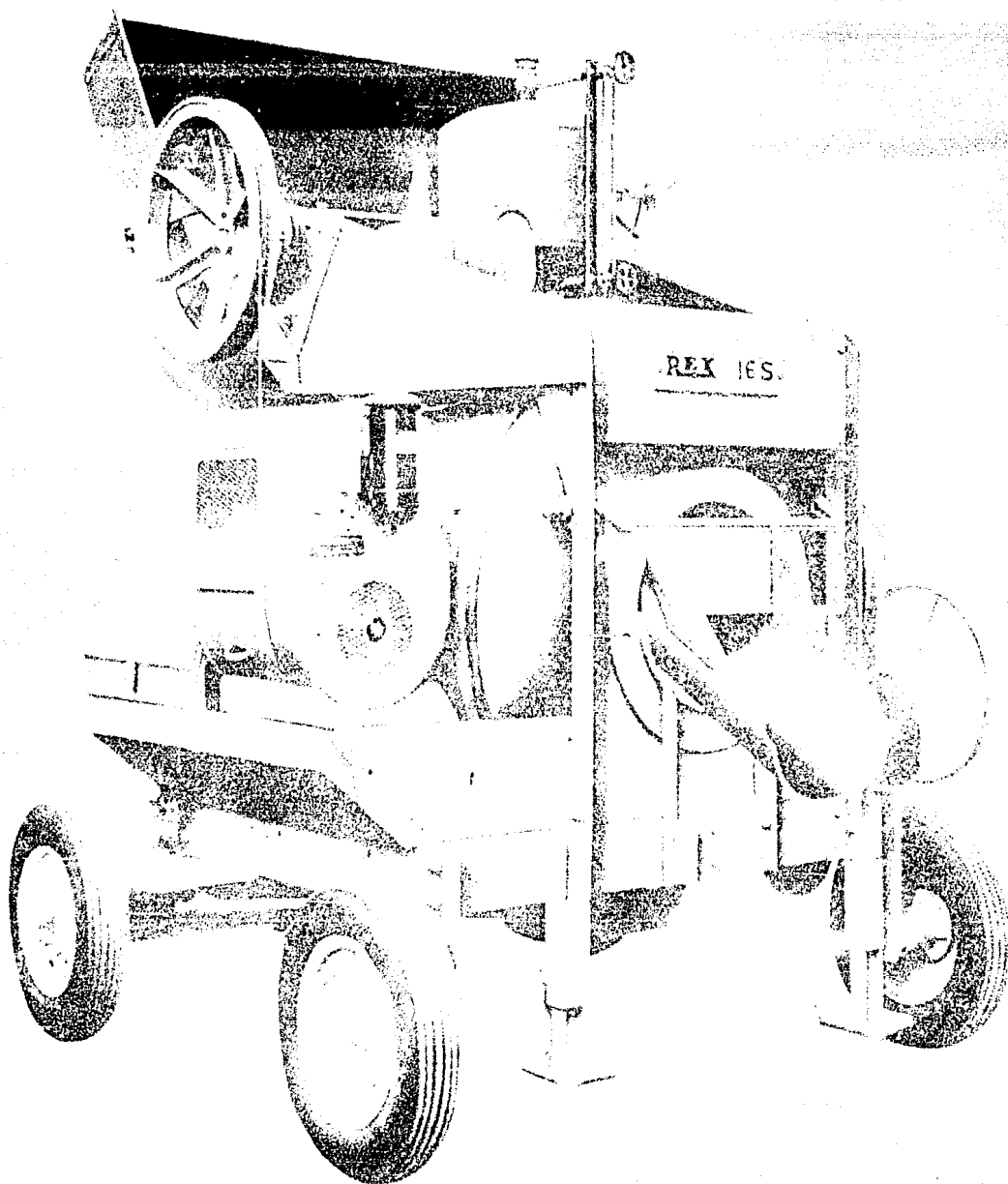
Mezcladoras de 145 Lts. de capacidad, este equipo ya se fabrica en México.



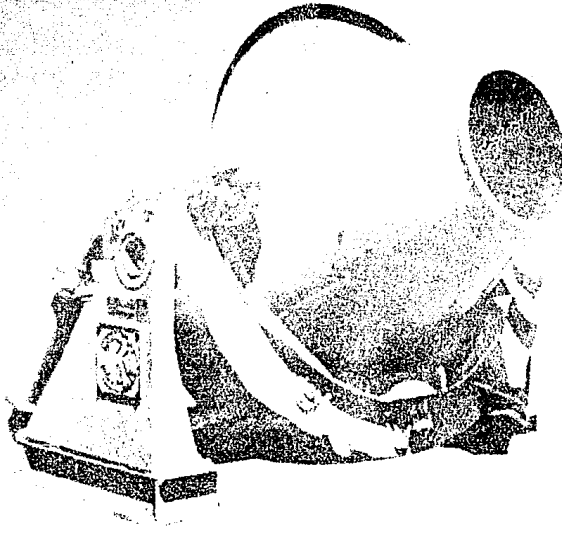
Diagramas de las mezcladoras fabricadas en México de 145 lts. de capacidad.



Mezcladora II-S tipo no basculante, esta mezcladora es la de mayor capacidad que se fabrica en México.



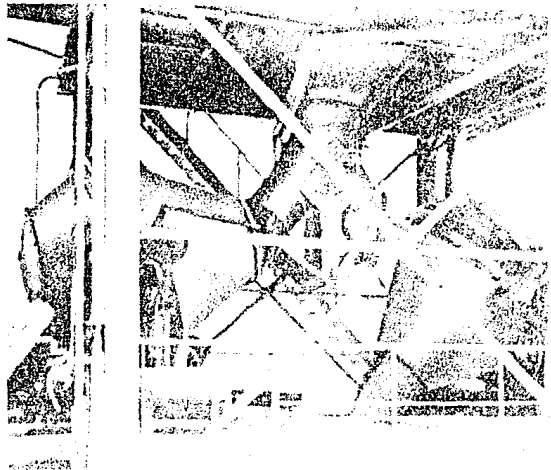
Mezcladora 16-S tipo no basculante equipadas con llanta de hule para darle mejor movilidad.



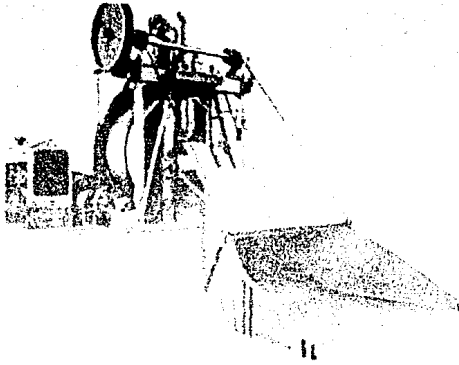
Mezcladora tipo basculante de 3 M3. de capacidad, se opera eléctricamente.



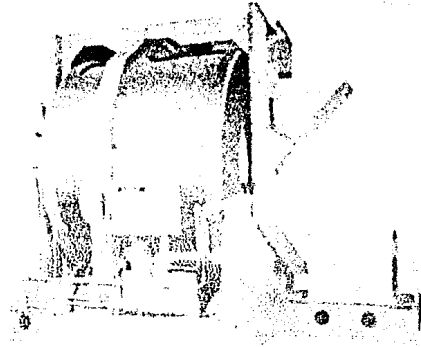
Mezcladora tipo basculante mostrando - un ángulo de inclinación de 60° .



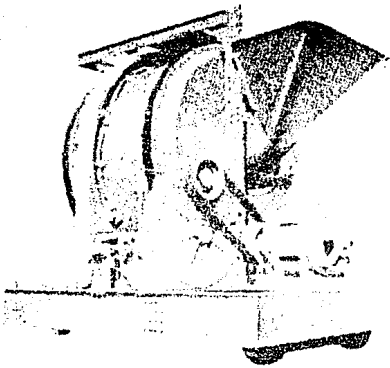
Mezcladoras de 4 M3. de capacidad descargando sobre una tolva de camiones mezcladores.



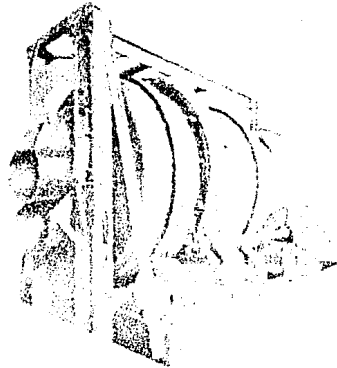
Mezcladora 28-S tipo no Basculante, puede trabajar con motor de gasolina ó motor-eléctrico.



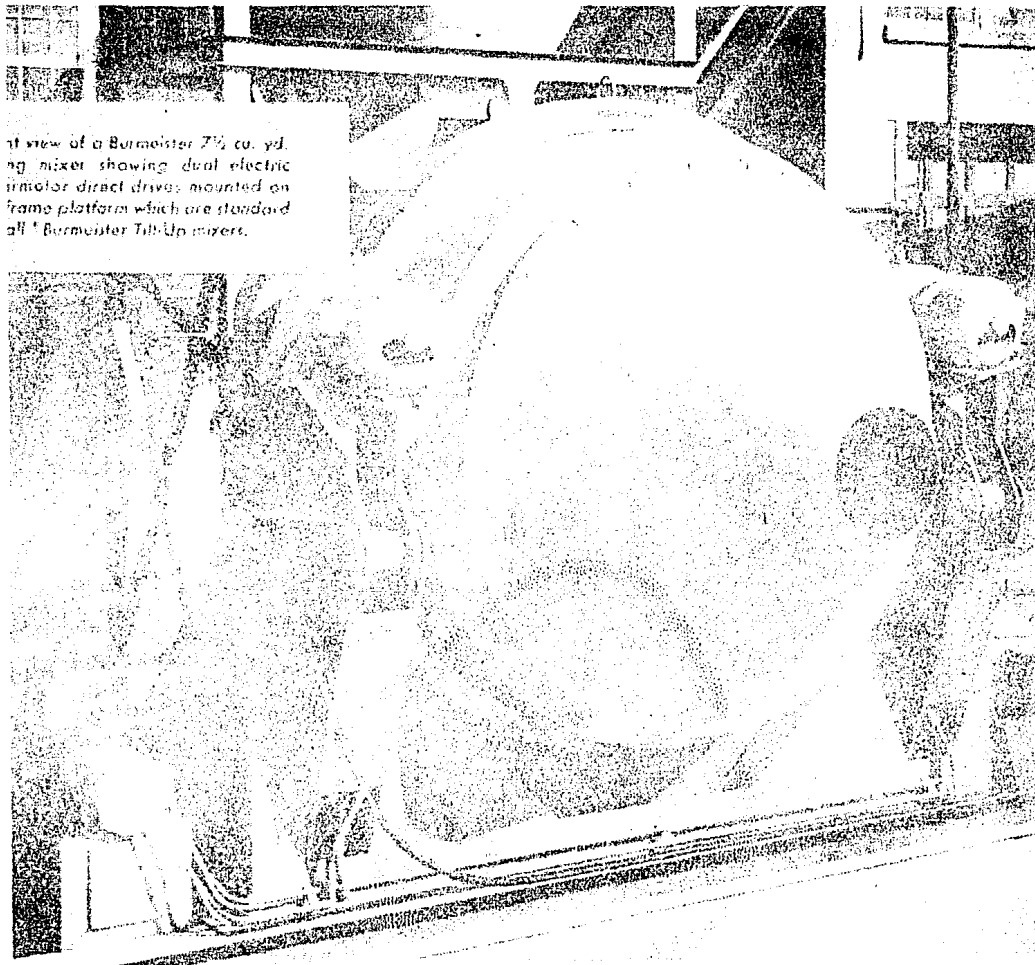
Mezcladora 84-S (2.25 M3.) trabaja -- únicamente con motor eléctrico.



Mezcladora 126-S (4.5 Yd3.) trabaja -- únicamente con motor eléctrico.

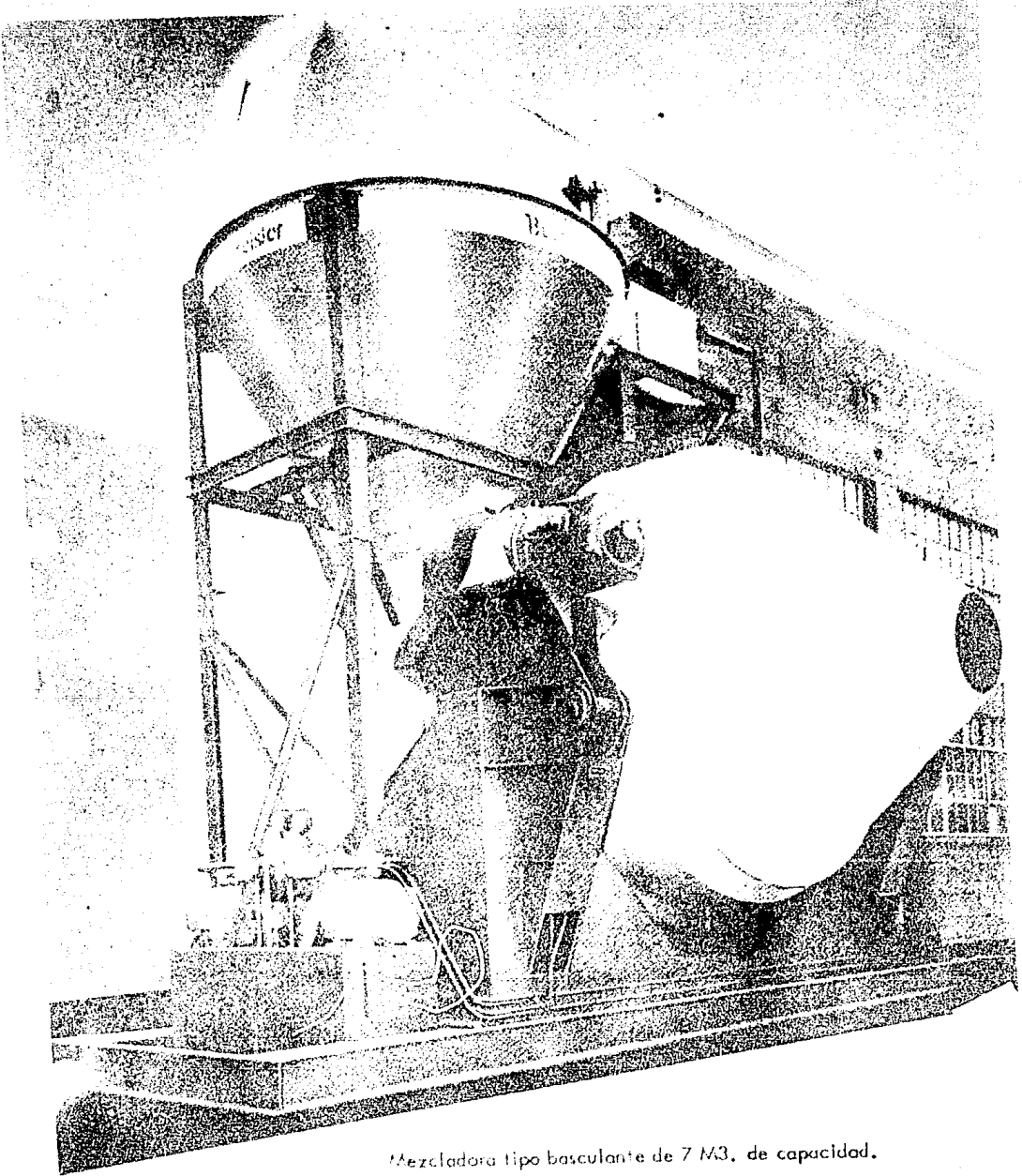


Mezcladora 252-S (6.85 M3.) trabaja -- únicamente con motor eléctrico.



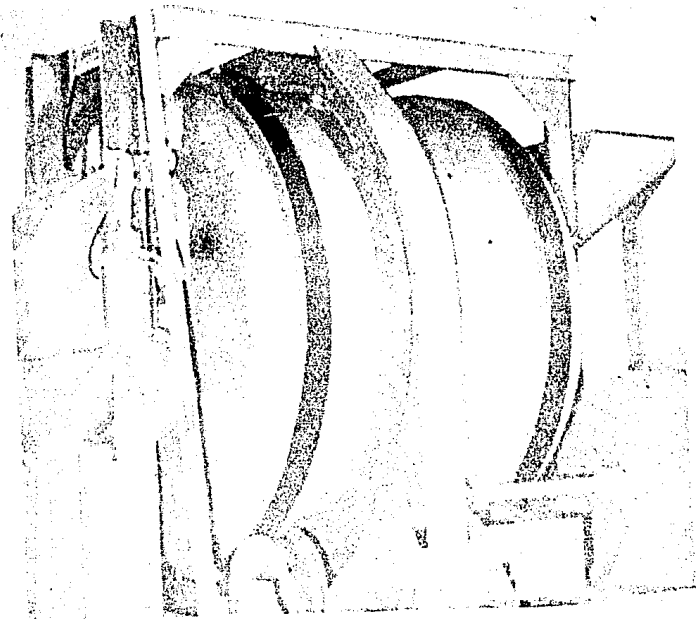
A view of a Bermeister 7 1/2 cu. yd. concrete mixer showing dual electric motor direct drives mounted on frame platform which are standard on all Bermeister Tilt-Up mixers.

Mezcladora de Tipo Basculantes con una capacidad de 5.7 M3., el ángulo de giro se controla eléctricamente.

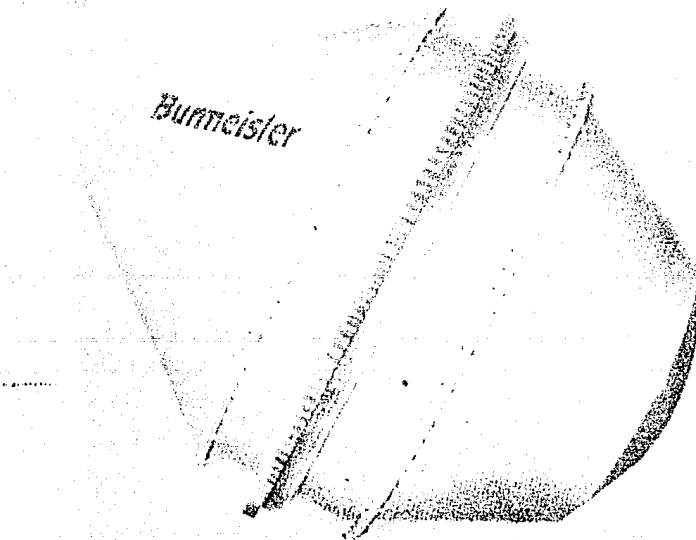


Mezcladora tipo basculante de 7 M3. de capacidad.

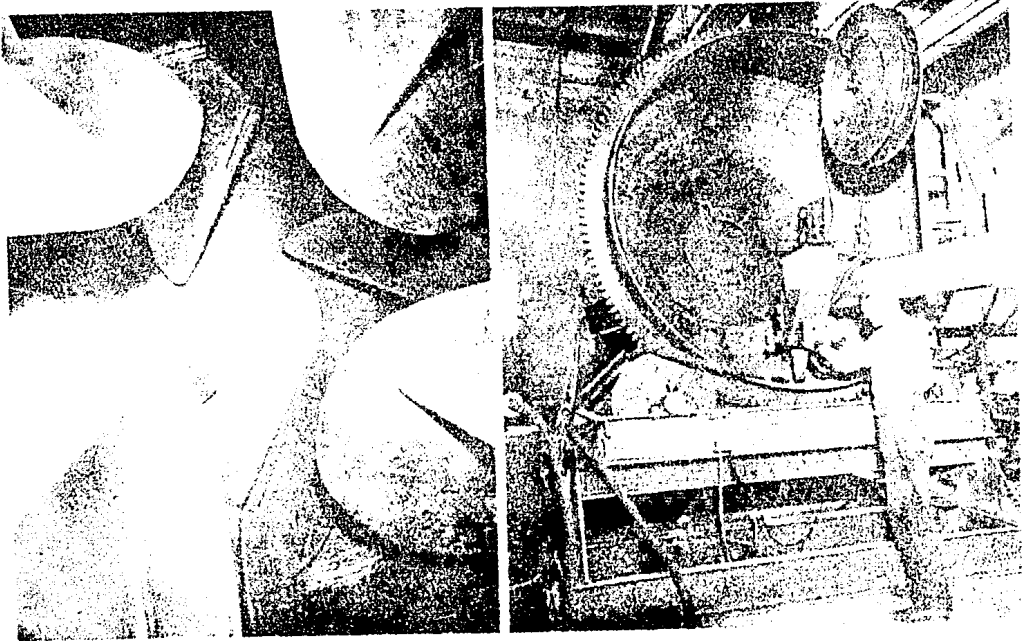




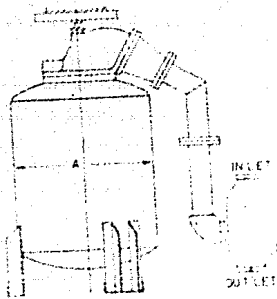
Tambor de Mezcladora no Basculante, para la descarga se utilizan canalones.



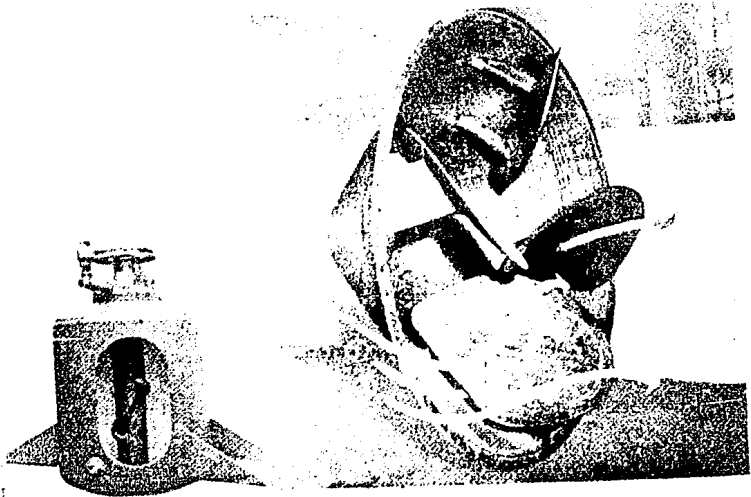
Tambor de Mezcladora Basculante.



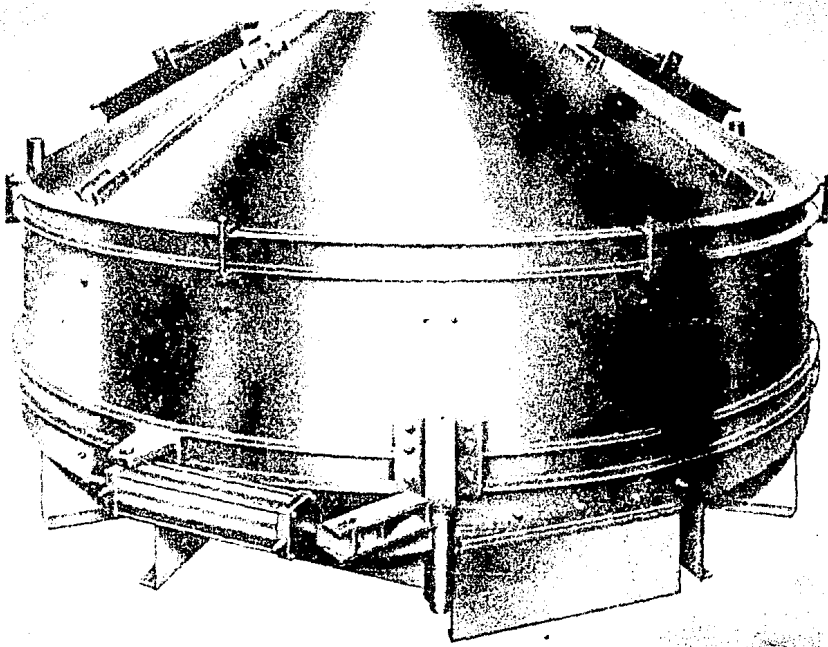
Vista interior de las mezcladoras tipo basculante.



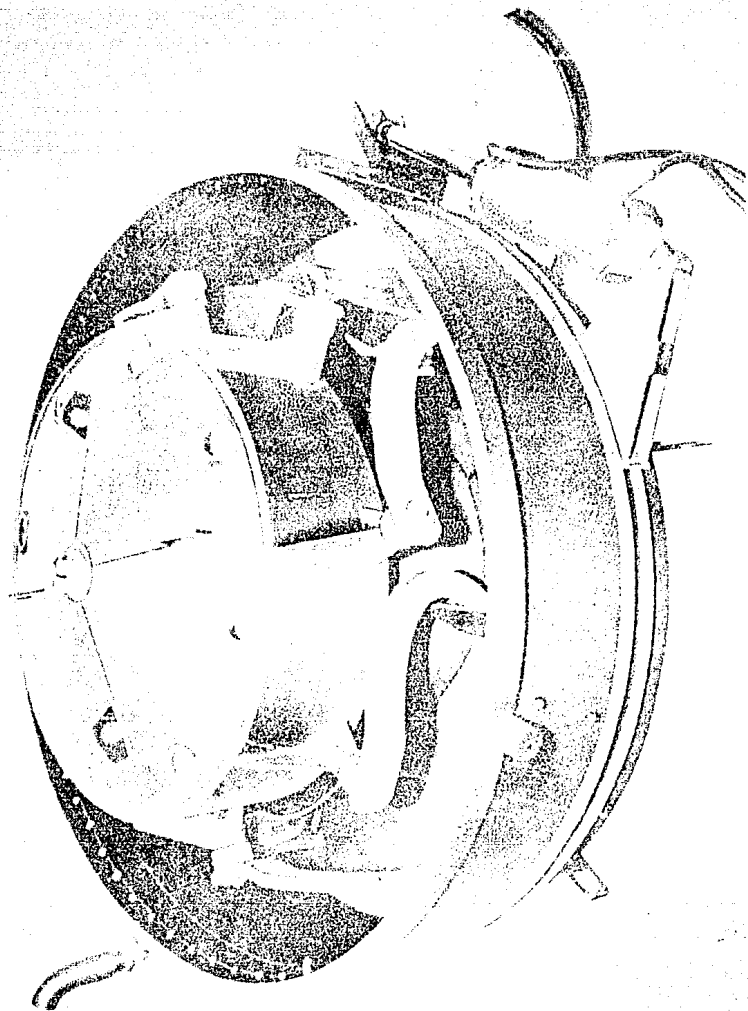
Medidor que regula la cantidad exacta de agua.



Vista de las aspás ó paletas del tambor de una mezcladora.



Mezcladora de turbina tipo horizontal, se utiliza para el mezclado del concreto de bajo revestimiento y para acelerar el tiempo de mezclado.



Vista interior de una mezcladora tipo Turbina.

En esta mezcladora se mezcla el cemento exclusivamente con el agua, formándose una pasta y eliminando de esta manera el polvo, esta pasta se vacía directamente al equipo revolvente.

Es muy importante que el personal encargado del equipo mezclador conozca su funcionamiento y su eficiencia, pues de esta manera se tendrá una mayor producción tanto en cantidad como en calidad.

Los tres principales factores que gobiernan un mezclado eficiente son:

- 1.- Equipo mezclador de capacidad adecuada
- 2.- Tiempo adecuado de mezclado
- 3.- Eficiente control de agua

Generalmente el mecanismo y forma en que trabajan las mezcladoras cualquiera que sea su tipo y capacidad, es muy semejante, por lo tanto el problema se reduce a tres operaciones fundamentales:

1.- Una alimentación adecuada para que en un tiempo mínimo se elabore un concreto de calidad.

2.- Verificar que los tiempos de mezclado sean los estipulados para obtener una revoltura homogénea.

3.- Verificar que la descarga del producto sea en condiciones correctas, para que no se originen pérdidas en la manejabilidad y uniformidad del concreto y que se haga en el tiempo mínimo necesario.

Es muy importante que la mezcladora tenga tanque de agua con su medidor.

Antes de empezar la operación del mezclado, se deberá inspeccionar el medidor, para asegurarse de su buen funcionamiento, el movimiento de la mezcladora puede afectar el buen funcionamiento del medidor, también es importante verificar que la mezcladora se encuentre bien nivelada, pues de otra manera nos puede ocasionar grandes diferencias.

Para comprobar el buen funcionamiento del medidor de la mezcladora se cuidará de que ésta esté bien nivelada, se llenará el tanque y acto seguido se sacará una cantidad de agua, la cual se medirá y se comprobará que esa cantidad la marque el medidor de menos en el tanque.

Cada mezcladora deberá tener adosada en un lugar prominente una placa en la que se marque los usos varios para los que el equipo ha sido diseñado, la capacidad del tambor en términos de volumen de concreto mezclado y la velocidad de rotación del tambor mezclador, aspas ó paletas.

Deberán contar con un dispositivo adecuado de tiempo que no permita descargar la mezcla hasta que transcurra el tiempo especificado de mezclado.

La mezcladora al llenarse a plena capacidad, deberá ser capaz de combinar los ingredientes del concreto, dentro del tiempo especificado para producir una masa uniformemente mezclada y -

descargar el concreto con un grado de uniformidad satisfactorio.

De vez en cuando se deberán hacer pruebas de revenimiento - tomadas aproximadamente en el primer cuarto ó tercer cuarto de la carga, y si los revenimientos difieren en más de 5 cms., la mezcladora no deberá usarse hasta que sea corregida la anomalía.

La mezcladora deberá examinarse diariamente debido a los cambios que pueda sufrir por la acumulación de concreto ó mortero endurecido ó el desgaste que puedan tener las paletas.

Operación de Carga.- Este es otro de los aspectos importantes de la operación del mezclado.

Primeramente se debe descargar el agua y ésta debe seguir fluyendo el tiempo necesario mientras se depositan los sólidos en la revoladora. El agua deberá estar completamente descargada en la primera cuarta parte del tiempo de mezclado especificado.

Los agregados deberán descargarse de preferencia al mismo tiempo que el cemento y la descarga se hará de tal manera que todos ellos fluyan en chorro común dentro de la mezcladora.

Cuando se usen agregados ligeros habrá que premojar ó premezclar dichos agregados con agua para llenar los poros antes de que el cemento sea añadido, pues de esta manera el cemento seco no entrará a los poros donde sería completamente inefectivo.

Tiempo de mezclado.- Este depende principalmente de la --

capacidad de la mezcladora y en segundo término de la consistencia de la revoltura.

El mejor tiempo de mezclado se puede determinar haciendo varias mezclas en donde las proporciones y el tiempo de mezclado varíen hasta encontrar la mezcla más adecuada al caso de que se trata.

Un mezclado adecuado proporciona las siguientes características al concreto.

- 1.- Minimiza las fisuras del tipo de tela de araña
- 2.- Asegura una textura uniforme
- 3.- Contribuye a dar una mejor consistencia
- 4.- Asegura un color uniforme

El tiempo de mezclado se inicia en el momento en que todos los ingredientes del concreto se encuentren ya dentro de la mezcladora y durante este tiempo no deben observarse derrames de material fuera de la mezcladora.

Los tiempos de mezclado recomendados para revolventoras mecánicas son los siguientes:

Capacidad en M3.		Tiempo de mezclado en minutos
0.765	1 yd <sup>3</sup>	1 1/2
1.530	2 yd <sup>3</sup>	1 3/4
2.295	3 yd <sup>3</sup>	2
3.060	4 yd <sup>3</sup>	2 1/4
3.825	5 yd <sup>3</sup>	2 1/2



4.590

6 yd<sup>3</sup>

2 3/4

Veamos que el tiempo de mezclado para revolvedoras con una capacidad hasta de 1 yd<sup>3</sup> es de un minuto y medio incrementándose este tiempo en 1/4 de minuto por cada yd<sup>3</sup> ó fracción adicional.

Para mantener un mismo tiempo de mezclado durante toda la operación de colado el equipo mezclador deberá estar equipado con un indicador sonoro y un dispositivo automático, el cual no deje accionar el mecanismo de descarga hasta que se haya completado el tiempo de mezclado especificado.

Operación de descarga.- Esta se debe hacer rápidamente y de preferencia, la caída deberá ser vertical para evitar la separación del agregado grueso, lo cual ocurre comunmente.

Los mecanismos de descarga deberán estar diseñados de tal manera que durante las operaciones de descarga todos los tamaños de agregados estén bien distribuidos en toda la revoltura y cuidar en lo posible que la última fracción de la mezcla no contenga una cantidad excesiva de agregado grueso.

El equipo de mezclado de una planta debe estar de acuerdo con las normas más recientes especialmente cuando muchas especificaciones previenen que el mezclado deberá hacerse en una unidad "aprobada".

El Bureau de Normas de Manufactura de Mezcladoras, afiliado a Contratistas Generales Asociados de América, ha adoptado los siguientes límites de relación entre el volúmen interior del

tambor y la capacidad nominal de los tamaños respectivos de plantas revolvedoras-mezcladoras

Capacidad (en pies cúbicos)	14 S	28 S	56 S	84 S
<b>Tipo no basculante</b>				
Relación máxima	4.31	4.06	3.96	3.92
Relación mínima	3.95	3.76	3.67	3.62
<b>Tipo basculante</b>				
Relación máxima	2.87	2.70		
Relación mínima	2.51	2.40		

Las capacidades nominales de las plantas mezcladoras se expresan en pies cúbicos de concreto mezclado y las capacidades garantizadas son 10% mayores. Las mezcladoras deberán poder contener y mezclar con propiedad sus capacidades garantizadas cuando operan a nivel.

Los tamaños mayores de plantas mezcladoras que tienen capacidades de 4, 6, 7 ó mas metros cúbicos, como las usadas en plantas centrales de mezclado, deberán estar equipadas con accesorios de volteo y dosificación.

El volteo mecánico libera al operador de la mezcladora de esfuerzo indebido, y por tanto, ahorra tiempo y evita el desperdicio.

## CAMIONES MEZCLADORES

Actualmente se ha popularizado mucho el uso de mezcladores y agitadores montados sobre camiones, los cuales sirven a su vez para el transporte del concreto hasta el lugar de la obra, existiendo dos tipos principales de estas unidades.

1.- De mezcla en tránsito.- Donde los ingredientes del concreto (agregados, cemento, agua y aditivos), son cargados en cantidades proporcionadas en la mezcladora en la planta central y la mezcla se hace en camino a la obra.

2.- De mezcla en planta.- Donde los ingredientes del concreto son pesados y mezclados en la misma planta y el concreto es agitado camino a la obra para evitar la disgregación y para conservar la homogeneidad del concreto plástico.

El método elegido dependerá generalmente del volumen de que se trate y del capital que se tenga que invertir, aunque los dos métodos son buenos, en la mayoría de las obras se prefiere el método de mezcla en tránsito, aunque por lo regular las condiciones locales y de la obra determinará el método que debe adoptarse.

Tiempo de viaje.- Este es uno de los puntos en los que debe ponerse un gran control sobre el promedio total por viaje redondo durante el progreso de la obra.

En las grandes obras es preciso establecer cierto tiempo da--

do, basándose en la experiencia misma para poder hacer comparaciones regulares y rápidas de manera que se puedan tomar medidas efectivas de corrección si es necesario.

Las principales causas del tiempo extra en los viajes son:

- 1.- Demasiados camiones acarreado
- 2.- Malas condiciones de descarga de la obra
- 3.- Tiempo desperdiciado en los patios de la planta mientras se hace la carga.
- 4.- Falta total de cooperación por parte de los trabajadores que están colando.
- 5.- Demasiadas paradas hechas por los choferes en el camino.

Si los registros de tiempo son examinados con minuciosidad y frecuencia, de modo que se pueda hacer algo rápidamente, muchas de éstas causas podrán ser corregidas a tiempo para eliminar grandes gastos innecesarios.

Tipos de mezcladoras y agitadores.- Existen actualmente tres tipos de mezcladoras y agitadores montados sobre camiones.

- 1.- Eje horizontal y olla revolvedora
- 2.- Eje inclinado y olla revolvedora
- 3.- Tipo abierto parte superior y olla revolvedora (open top)

Las capacidades de las mezcladoras y agitadores montados en camión deberán ser expresadas en yardas cúbicas, de concreto mezclado.

Todas las mezcladoras de dimensiones standard deberán estar -

garantizadas por el fabricante para mezclar correctamente su capacidad indicada.

El volúmen bruto para cualquier mezcladora deberá estar de acuerdo con los límites de volúmen aprobados por el Bureau 23 de junio de 1944 y revisados el 10 de diciembre de 1948 y el 2 de mayo de 1956.

A continuación se da una relación de las máximas capacidades de los tres diferentes tipos de revolvedoras trabajando como mezcladoras y como agitadoras:

Capacidad Máxima en yardas cúbicas. Volúmen bruto para diferentes tipos de mezcladoras en pies cúbicos.

Eje horizontal. Eje inclinado. Tipo abierto

Mezclador agitador	Eje horizontal.		Eje inclinado.		Tipo abierto		
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	
4	5.25	180	176	175	171	169	165
5	6.50	228	224	220	216	217	213
5.50	7.25	252	248	243	239	240	236
6	7.75	276	272	265	261	264	260
6.50	8.50	300	296	288	284	288	284
7	9.25	324	320	310	306	311	307
7.50	9.75	348	344	333	329	335	331
8	10.50	372	368	356	352	359	355
8.50	11.25	396	392	380	376	382	378
9	12.00	420	416	403	399	406	402
10	13.25	468	464	450	446	453	449
11	14.75	516	512	497	493	500	496
12	16	564	560	544	540	548	544
13	17.50	612	608	591	587	595	591
14	19	660	656	638	634	642	638

En las obras del U. S. B. R., se han obtenido buenos resultados siguiendo las precauciones y recomendaciones siguientes:

1.- Cada mezcladora deberá estar equipada con un medidor exacto de agua entre el tanque de abastecimiento y la mezcladora, éste medidor tendrá indicaciones parciales y totales.

2.- Cada mezcladora deberá estar equipada con un contador de revoluciones, el cual deberá contar la cantidad y no la velocidad de mezclado, se recomienda que el mínimo de revoluciones sea de 40. Se ha visto mediante pruebas que se han hecho, que la velocidad de rotación tiene poco efecto en el mezclado del concreto.

3.- Las mezcladoras deberán cargarse con un alimentador de espiral, que mezcle los agregados, cemento y agua mientras el tambor está girando.

4.- El agua inicial de mezclado deberá limitarse para no exceder el revenimiento especificado.

5.- El concreto deberá mezclarse con el 75% del número de revoluciones requeridas, a la velocidad de mezclado, antes de inspeccionar la consistencia en el lugar de envío, después de esto se mezclará con las revoluciones faltantes, agregando el agua necesaria para tener el revenimiento apropiado.

6.- Cada mezcladora deberá tener una abertura que permita de una manera fácil determinar la consistencia del concreto.

7.- No deberán usarse grandes camiones mezcladores para —

pequeñas estructuras localizadas en diferentes lugares, y que requieren menos de una carga completa de concreto, ya que el sobrante está sujeto a pérdidas objetables de revenimiento.

Opciones para el tanque de agua ó sistema de agua.

Los camiones revolvedores ó agitadores deberán estar equipados con uno de los siguientes sistemas:

1.- Sin tanque de agua y solamente sistema de agua.

2.- Tanque de lavado automático y sistema de agua.

3.- Tanque que sirve para la mezcla y el lavado y sistema de agua.

1.- Sistema de agua.- Una bomba de agua ó cualquier otro aditamento especial para mandar agua, debe ir con el equipo, su capacidad debe ser de 45 galones de agua por minuto.

2.- Tanque de lavado automático (Manguera de Presión).- La capacidad total del tanque no debe ser mayor de 25 galones por yarda cúbica de cemento mezclado ó agitado. Deberá equiparse con un medidor, el cual debe ser visible desde cualquier punto.

3.- Tanque de mezcla y lavado.- Deberá tener dos compartimientos uno para cada función. La capacidad total del tanque no debe ser mayor de 50 galones por cada yarda cúbica de concreto mezclado ó agitado.

Debe estar equipado con un pequeño medidor visible de todos lados y con todas las tuberías necesarias para checar su calibración, el compartimiento correspondiente al mezclado debe

rá contar con un medidor automático.

Los tipos de medidores que se usan en los tanques pueden ser los siguientes:

- 1.- Sifón que corta automáticamente.
- 2.- Automático que cierra solo.
- 3.- De vista.

Todos los tanques deberán contar con un medidor como mínimo del tipo 1 ó 2.

El medidor debe tener una exactitud del 1%, cuando el camión está estacionado y nivelado.

Tapa de Inspección.- Todas las ollas deben tener una tapa -- en la periferia, diseñada de tal forma que permita el acceso a -- la parte inferior para inspección, limpieza y reparación de la -- olla y sus hojas.

Tiempo de mezclado.- El número de revoluciones de la olla no debe ser menor de 70 ni mayor de 100, después que todos los ingredientes han sido cargados.

Toda revolución después de 100 a un máximo de 250, deberá hacerse a la velocidad de agitado.

La velocidad de mezclado no debe ser menos de 4 r.p.m., -- ni mayor de una velocidad perimetral de 225 pies por minuto, -- para el tipo de revolvedora abierta en la superior (open top), -- la velocidad de las hojas no debe ser menor de 4 ni mayor de -- 16 r.p.m.

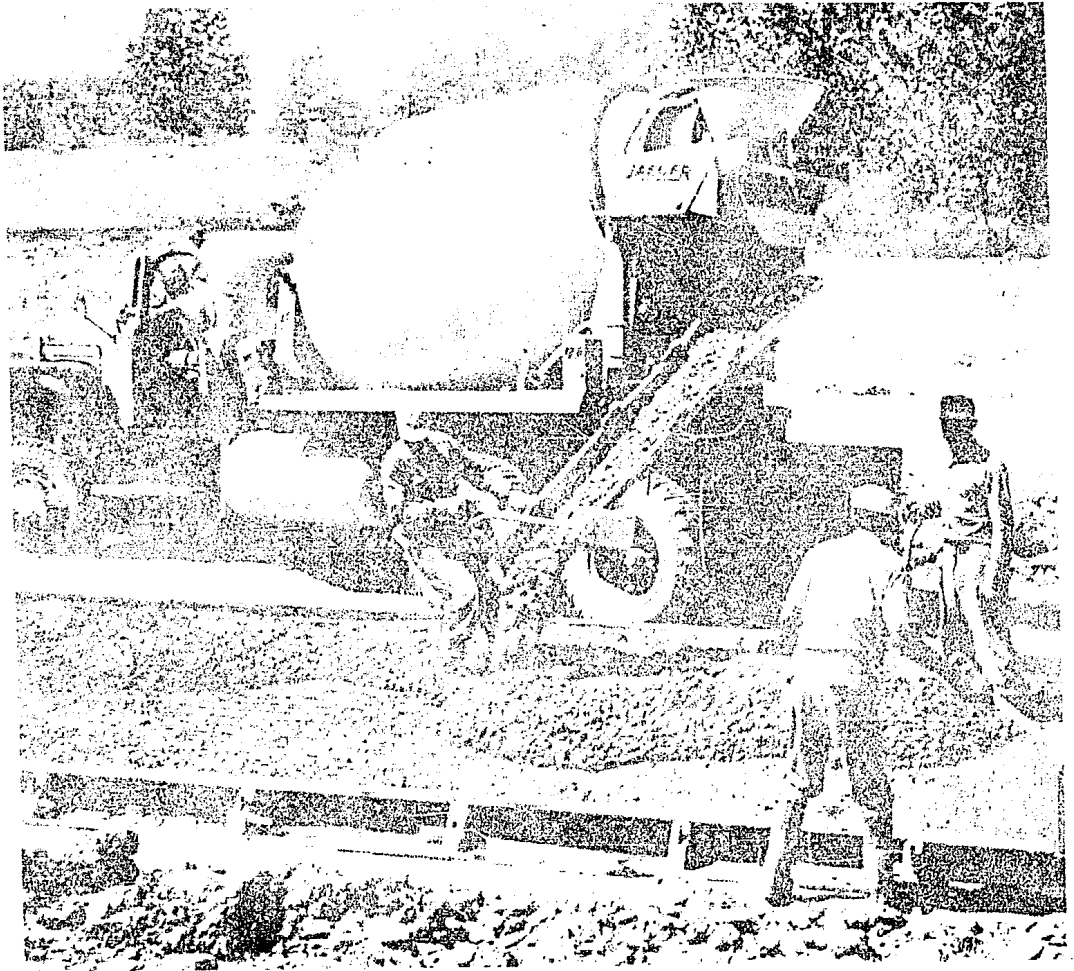


La velocidad de agitado, no debe ser menor de 2, ni mayor de 6 r.p.m., para el tipo de revoladora abierta la velocidad no debe ser menor de 2 ni mayor de 6 r.p.m. de las hojas mezcladoras.

Inyección del agua.- El agua de mezclado cuando se toma -- del camión, debe ser introducida con la mezcla por la parte de -- arriba y descargada por porciones hasta completar la cantidad -- requerida.

Para conocer rápidamente los usos para los que el equipo ha -- sido diseñado, cada mezcladora ó agitador deberá tener adosada -- en un lugar prominente una placa ó placas metálicas en las que -- se marque claramente la capacidad del tambor en términos de vo -- lúmen de concreto mezclado ó agitado, y la velocidad de rota -- ción del tambor mezclador, aspas ó paletas.

También deberán estar equipadas, con medios para verificar -- el número de revoluciones del tambor, aspas ó paletas.



Camión mezclador de 5 M<sup>3</sup>. de capacidad, descargando el concreto directamente a las formas en la construcción de una carretera.



Camión mezclador-agitador, con una capacidad de mezclado de 6 M3.

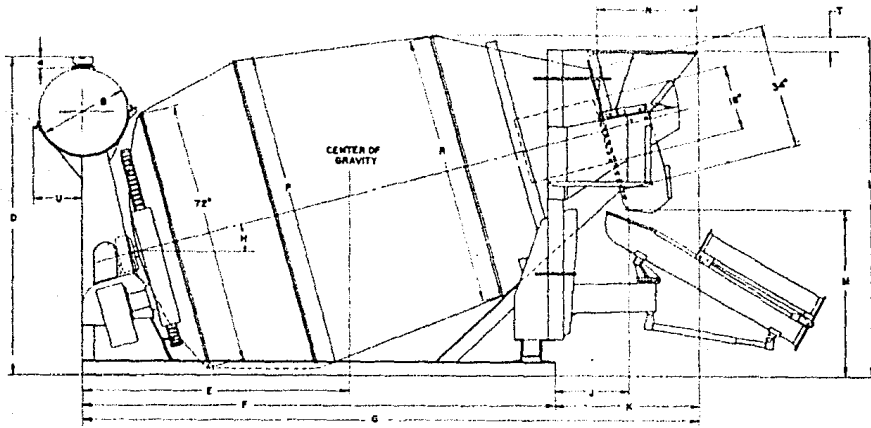
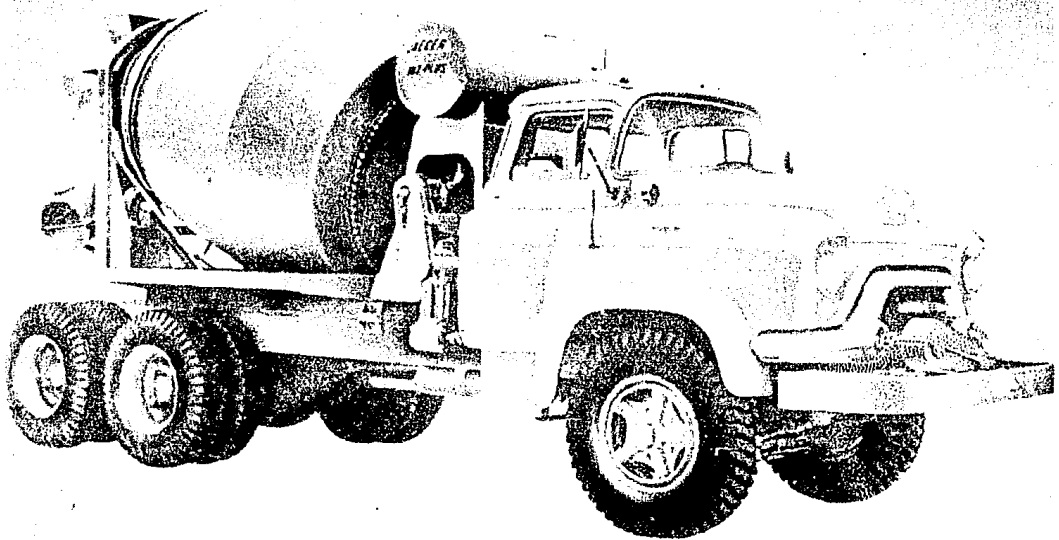
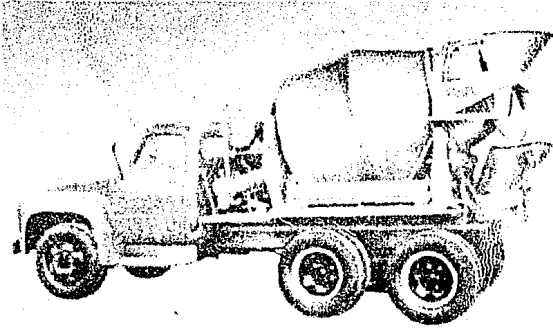


Diagrama y dimensiones de tres modelos diferentes de ollas revoledoras.

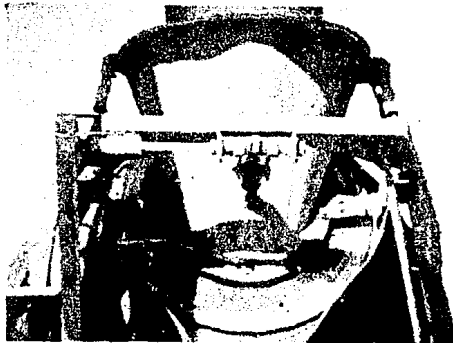
MODEL	B	D	E*	F	G	H	J	K	L	M	N
6PS	24	89 1/4	1 1/2 2 3/4	114 1/2	153 1/2	15°	21 1/4	38 1/4	89 1/4	41 1/4	27
6 1/2 FS	24	89 1/4		121 1/2	160 1/4	15°	21 1/4	38 1/4	92 1/2	43 1/4	27
7FS	24	89 1/4		127 1/2	166 1/4	15°	21 1/4	38 1/4	93 1/2	45 1/4	27



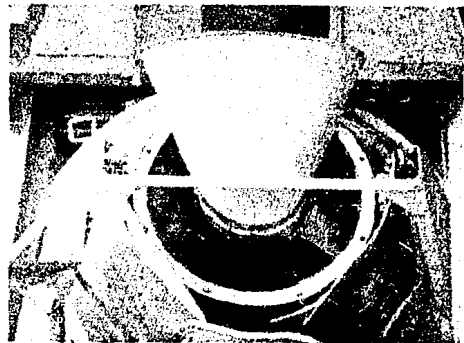
Camión mezclador de 3 M3. de capacidad.



Transmisión de palanca simple y 3 velocidades, se utiliza para hacer la descarga del concreto a carretillas.



Tolva de carga del tipo sellado.



Tolva de carga del tipo abierto.

## CAPITULO IV

### IV.- EQUIPO Y PROCEDIMIENTOS DE TRANSPORTE.

La operación de transporte de una revoltura se inicia desde el momento en que se le hace salir de la mezcladora, hasta el momento en que se deposita en las formas.

Cuando se transporta el concreto, se presentan diferentes problemas, de los cuales los más comunes e importantes son los siguientes:

**Resecamiento.** - Se puede presentar en cualquier tipo de revoltura y ocurre por lo general cuando no se presta el debido cuidado en tiempo ó clima caluroso.

Cuando hace mucho calor ó sopla viento fuerte y el sitio de colado se encuentra alejado de la mezcladora, se deberá cubrir la revoltura durante su transporte; en la misma forma se deberá proteger si por alguna circunstancia ó interrupción necesaria, no es posible vaciar el concreto inmediatamente a las formas.

Es recomendable que la colocación del concreto se haga dentro de los 30 minutos siguientes al mezclado de los ingredientes.

**Segregación.** - Durante el transporte, las mezclas se agitan --

y ocurre entonces que las partículas de mayor peso, tienden a depositarse en el fondo y en cambio la lechada y partículas finas, asciende a la superficie. Esta separación a la cual se le dá el nombre de "segregación", da por resultado un concreto disparejo, débil en unas partes y fuerte en otras.

Este fenómeno se presenta con más frecuencia cuando se está trabajando con revolturas aguadas.

Compactación.- Ocurre cuando se transportan mezclas de gran volúmen y se produce por la oscilación de la revoltura, combinada con una larga espera en el mismo depósito que la transporta antes de la vaciada. En algunos casos llega a ser tan marcada que hay necesidad de aflojar el concreto con pico.

Cuando esto sucede el Ingeniero deberá estudiar la conveniencia de modificar adecuadamente la dosificación de las revolturas.

La primera mezcla del día, ó la que sigue a una larga interrupción del trabajo, presenta también el peligro de compactación, debido a que la lechada junto con los finos, tiende a adherirse a las paredes del recipiente de transporte, esto motiva que al vaciarse el concreto, presente un aspecto áspero y pedregoso. Para evitar esto, se debe humedecer previamente el recipiente en el cual se va a transportar el concreto ó también se puede aplicar a las paredes del recipiente transportador una delgada capa de mortero fresco.

Al final de cada día, de trabajo ó siempre que haya una sus-

pensión prolongada, se deberá lavar cuidadosamente con manguera todo el equipo empleado, para evitar que se endurezca el concreto viejo.

Existe una gran variedad de sistemas de transporte y la elección de cualquiera de ellos depende del tamaño de la obra, la naturaleza del sitio y la distancia entre la mezcladora y el lugar de la colocación.

Lo importante en el transporte del concreto, es que cualquiera que sea el método escogido, este se haga correctamente para lograr que las revolturas lleguen en condiciones de ser depositadas en las formas en las mejores condiciones posibles.

El Inspector deberá observar y evitar que se produzca un cambio en las características de la revoltura que redunden en perjuicio de la consistencia y la manejabilidad.

Entre los equipos de transporte más usados están los siguientes:

**Carretillas.**- Cuando se use éste sistema de transporte, se deberá procurar que corran sobre superficies uniformes, no rugosas y que los entarimados que se construyan para el tránsito de las mismas, estén bien firmes y apoyados y que no vibren, en el caso de emplear carretillas con llantas neumáticas, se deberá conservar siempre la presión correcta.

Se deberán tomar las precauciones relativas a la protección contra el resecamiento motivado por el calor ó el viento, ésta



protección deberá efectuarse también durante la lluvia para no --  
aumentar el contenido de agua de las mezclas.

Camiones de carrocería fija ó de volteo. - En este caso es en --  
el que con mayor frecuencia se presentan problemas de segregación --  
y compactación, pues el peso propio de las revolturas es su --  
ficiente para motivarlos, si es que permanecen en los camiones --  
durante un tiempo considerable antes de vaciarse en la obra.

Por lo tanto, deben evitarse movimientos bruscos que tienden --  
a segregar ó a compactar las revolturas, si ha pesar de que se to --  
men las precauciones debidas, se presentan problemas, debe infor --  
marse de ello al responsable de la dosificación de la revoltura, -  
para que haga los ajustes necesarios.

Este equipo se utiliza para acarrear el concreto a grandes --  
distancias.

Las cajas de volteo montadas sobre camión pueden ser de tres --  
tipos:

- 1.- Especiales
- 2.- Acondicionadas
- 3.- Comunes

Especiales.- Ayudan eficientemente a eliminar en parte la --  
segregación de las revolturas durante el transporte y finalmente -  
al vaciar la revoltura eliminan toda la segregación ocasionada --  
anteriormente.

Para ésto en su superficie interior no presentan ángulos, sino

que éstos aparecen como superficies redondeadas. En el centro y longitudinalmente a la caja tienen una costilla que sobresale al nivel de la revoltura cuando tiene su carga máxima y cuyo objeto es restar movimientos fuertes durante el acarreo, en la parte posterior constan de una tolva, la cual puede contener toda la revoltura antes de abrir la compuerta.

Para la descarga, la caja se coloca en posición vertical, lo cual permite un fácil escurrimiento de toda la revoltura hacia la tolva que así queda correctamente dispuesta para que accione su compuerta. Esta última operación debe hacerse cuando la posición de la caja es con el piso vertical.

Este tipo de cajas se presta para transportar el concreto a cualquier sistema auxiliar como: canales, bandas, vogues, etc.

**Cajas acondicionadas.** - Estas carecen de los ángulos redondeados, la salida de la mezcla se produce mediante un acondicionamiento que consiste en una compuerta de tamaño reducido en la parte trasera de la caja de volteo.

Para que la mezcla concorra a la compuerta de salida, hay la necesidad de guiarla mediante los planos que parten de las paredes laterales de la caja de volteo, estrechándose y rematando en los límites de la compuerta.

Este tipo de caja no toma una posición vertical para la descarga, pero también reduce el peligro de la segregación ocasionada por el acarreo, al reducir la amplitud de salida de la re-

voltura.

Cajas comunes.- Estas cajas son las que tienen colocadas los camiones de volteo sobre su chasis, el lado trasero se abre totalmente y la descarga es rápida sin protección a la pérdida de agua y segregación originadas durante el transporte.

Este tipo de transporte sólo se debe usar cuando el concreto no sea de buena calidad.

Cuando el concreto es muy fluido y es transportado por este sistema, resulta altamente perjudicial.

Vagonetas sobre rieles.- Estas afectan menos la mezcla que el equipo anterior, por lo regular son usadas para el transporte de la mezcla desde una tolva de control de alimentación hasta el sitio de colado, pero debe evitarse el vaciado directo de la revoltura a la forma, generalmente lo hacen a una banda transportadora que a su vez alimenta a otra tolva de control.

Elevadores.- Este dispositivo consiste en una torre, en la cual corre un bote accionado por un malacate. El bote puede ser llenado directamente de la mezcladora y su descarga debe ser hecha a un tolva de distribución.

Botes.- Son grandes receptáculos de lámina de acero y forma troncocónica, con su base mayor hacia arriba, la cual está descubierta y presenta también un gancho para ser tomados por el dispositivo de carga.

En su base inferior, están provistos de un cierre generalmen

te hecho de rodillos y bandas de hule, el cual además de ser hermético no presenta ninguna fricción que dificulte abrirlo cuando se desee descargar la revoltura de su interior.

La capacidad mínima de éstos botes es de 0.76 M3. (1 yd3.)- y son accionados por medio de plumas ó de cable vfa con los cuales se coloca en el sitio preciso de colado.

Trampas de elefante.- Están formadas por una sucesión de tubos de lámina, cuya forma es la de un cono truncado, cada tubo mide aproximadamente un metro, y presenta en sus bases un dispositivo para hacer la unión de uno con otro.

La unión de varios de éstos tubos, forman un dispositivo que sirve para el transporte del concreto desde alturas considerables- hasta mínimas de 1 ó 2 m., por lo que en muchas ocasiones son -- acoplados directamente a la salida de la mezcladora.

Son de gran utilidad, pues con el uso de ellos se obtienen -- buenos resultados y se evita el vaciado directo a la forma.

Canalones.- Están formados por tramos cuya longitud puede -- llegar hasta 5 ó 6 m., la unión de varios tramos forma un conjunto de 30 ó 40 m. de longitud que no presenta objeción para usarse siempre y cuando satisfaga los siguientes requisitos: La sección transversal de los canalones deberá ser trapecial ó de media caña. Los de forma trapecial son de madera, y deberán estar forrados de manera continua con lámina de fierro en toda su extensión.

La forma trapezoidal tiene la ventaja de no presentar ángulos rectos ó agudos y el forro de lámina evita el escurrimiento del mortero a través de las juntas de la madera.

Los canalones de forma de media caña, son siempre de lámina de acero, para darles rigidéz se coloca en los bordes de la media caña fierro ángulo de las dimensiones convenientes según el caso de que se trate.

La pendiente de los canalones, depende de la consistencia y fluidéz del concreto, en la inteligencia de que ésta pendiente no debe ser insuficiente pues debe permitir correr por sí sola a la revoltura, sin que se interrumpa el curso normal más bien lento del concreto.

Es conveniente ajustar al extremo de los canalones, una ó varias secciones de trompas de elefante para evitar la segregación de la revoltura.

Bandas transportadoras.- Constituyen una eficiente forma de transportar el concreto, son accionadas por fuerza motriz y se deslizan sobre rodillos dispuestos en tal forma que obligan a la banda a tener su sección transversal en forma de media caña, por el propio peso de la mezcla evitando de ésta manera que se tire por los costados. En general su uso es para dar altura sirviendo de alimentadoras a otros dispositivos como las bombas de concreto ó impulsoras.

Si las bandas se encuentran convenientemente diseñadas, ---

constituyen un sistema sumamente eficaz y eficiente de transporte del concreto.

Vogues.- Constituyen un transporte ligero, por lo cual se puede mover a mano, la libertad en la circulación de éste equipo permite depositar la carga de revoltura en el sitio preciso de colocación, evitando traspaleos posteriores.

Para su uso se requieren vías de comunicación hechas con tablones de madera, los cuales se pueden cambiar fácilmente de sitio según el avance de la obra.

La corta caída que se produce al vaciarlas, no es ninguna objeción para el manejo de las revolturas ni ocasiona segregaciones de importancia.

Bombeo del Concreto.- En obras grandes y particularmente en obras congestionadas, se ha empezado a usar con muy buenos resultados, el sistema de bombear el concreto por medio de una tubería, desde una planta mezcladora central hasta el lugar del colado, ahorrándose de ésta manera otro equipo de transporte, espacio y tiempo, - éste sistema requiere especiales cuidados en la calidad, tamaño y consistencia de la revoltura.

En los Estados Unidos se fabrican actualmente varios tipos de bombas, todas son de "Tipo Pistón" y solamente son diferentes en algunos detalles.

Las partes esenciales que forman una bomba de concreto son tres:

- 1.- Tolva receptora y remezcladora
- 2.- Juego de válvulas de entrada y salida
- 3.- Pistón.

El concreto mezclado se deposita en la tolva receptora y remezcladora, siendo muy importante que la mezcla llegue en buenas condiciones de manejabilidad y uniformidad. La tolva presenta en su parte baja una compuerta que no es otra cosa que la válvula de aceptación de la revoltura al cuerpo de la bomba. Esta válvula funciona de acuerdo con el movimiento del pistón, la succión ó empuje reversible del pistón coincide con la apertura de la válvula, dejando pasar de ésta manera la revoltura, en parte por gravedad y en parte ayudada por la misma succión que

hace el pistón a su regreso, originando al terminar su carrera el cierre de la válvula citada. Al mismo tiempo que esto ocurre, se abre la válvula de salida del cuerpo de la bomba, permitiendo al pistón forzar el concreto por la tubería.

Mediante esta sucesión de movimientos, la revoltura avanza por el interior de la tubería hasta llegar al extremo, el cual debe estar colocado debidamente.

La tubería debe permanecer completamente llena de revoltura cualquiera que sea su posición, mientras se esté operando la bomba.

Un aspecto muy importante para obtener un buen funcionamiento de la bomba sin sobrecargarla, es que la tubería conductora no se exceda de la longitud máxima, la cual es variable, dependiendo de la posición del tubo y número de codos de distintos ángulos que tengan que usarse, para lograr colocar la salida del tubo en el sitio conveniente.

En los Estados Unidos se fabrican actualmente tres tipos de bombas:

1.- 160 sencilla

2.- 200 sencilla

3.- 200 doble

De las cuales damos a continuación sus principales características:



Diámetro de la tubería.	Longitud máxima de bombeo en tubería recta horizontal.	Distancia equivalente con la tubería recta vertical.	Tamaño máximo del agregado -- tamices cuadrados.
-------------------------	--	--	--

Cms. Pulg.	Metros	Metros	Cms. Pulg.
15.24 6	260	33	3.82 1.5
17.78 7	325	39	5.08 2
20.32 8	325	39	7.62 3

**Complementos:**

Un codo de 90° equivale a 13 m. de tubería recta y horizontal.

Un codo de 45° equivale a 5.6 m. de tubería recta y horizontal.

Un codo de 22° equivale a 3.3 m. de tubería recta y horizontal.

Modelo	Capacidad de bombeo yd <sup>3</sup> /hora.	Capacidad del mezclador. yd <sup>3</sup> .
160 sencilla	15-20	0.75
200 sencilla	25-33	2
200 doble	50-65	3

Quando se tenga una tubería de conducción, formada por secciones colocadas vertical y horizontalmente, la distancia máxima de bombeo para los tramos rectos colocados en ambas posiciones, deberá calcularse basándose en que cada 8 m. de tubería horizontal son equivalentes a 1 m. de tubería vertical.

La tubería de la bomba se fabrica de acero de 10 pies de longitud cada tubo, también se hacen tubos más cortos para poder -- acoplar la tubería a la distancia requerida, las secciones de los tubos son hechas con conexiones especiales para acoplarlos rápidamente, los codos usados son fabricados para  $90^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$  y  $22.5^{\circ}$ .

Para lograr una buena operación del equipo de bombeo se deberán observar las siguientes recomendaciones:

1.- La bomba debe estar instalada abajo del receptáculo mezclador alimentador.

2.- El terreno debe estar a nivel y la bomba debe descansar sobre blocks ó gatos si tiene llantas de hule.

3.- Un abastecimiento contínuo de agua limpia es necesario para el sistema del desagüe del cilindro.

4.- Se debe tener aire comprimido que será necesario para -- limpiar la línea después del bombeo y en caso de que un bloqueo ocurra en la tubería, pues por medio del aire se elimina la obstrucción.

5.- Debe haber un espacio suficiente cerca de la bomba para su servicio de mantenimiento ó reparación.

La instalación de la tubería es relativamente sencilla, si se hace con cuidado, y obreros comunes la pueden hacer bajo la dirección de un superintendente experimentado, que esté checando el ensamblado.

Los primeros 9.00 m. (20') de la línea, deben ser rectos y --

horizontales, la línea deberá estar siempre soportada sobre todo en los tramos curvos, para contrarrestar cualquier movimiento causado por el bombeo, cuando ocurra un cambio de dirección, es mejor colocar dos ó tres codos chicos que un codo que nos dé la curva extrema, cuando se bombea verticalmente se deben tomar las precauciones necesarias para contrarrestar la corriente reversible del concreto.

Cuando se bombea hacia abajo la fuerza de la gravedad ayuda a la corriente del concreto, provocando la formación de una bolsa de aire en el punto más alto de la tubería, para evitar esto se usa una válvula de fuga de aire que estará instalada dentro de la tubería en ese punto.

También deberá haber una válvula restrictora en la terminación de la tubería de descarga para evitar la corriente sin control del concreto.

El Ingeniero encargado de la obra, deberá asegurarse que el concreto que está entrando al alimentador sea bueno para el bombeo, es muy importante que la mezcla esté correctamente dosificada, para asegurar de ésta manera una buena corriente dentro de la tubería, la grava y la arena deberán estar bien graduadas, y el concreto deberá ser de la suficiente calidad para evitar la tendencia a segregarse, ésta segregación se debe a la separación del agregado grueso grande del chico y el mortero.

La segregación y una mala dosificación del concreto, son ---

las causas más comunes de peso en la tubería.

Siempre que sea posible se deberán usar agregados redondeados y lisos, pues los agregados rasposos deterioran la tubería, el concreto para que sea bombeado correctamente, deberá tener de 4 a 8 cms. de revenimiento.

El concreto demasiado seco ó demasiado fluido puede ocasionar dificultades.

Morteros muy fluidos no son muy adecuadas para bombear, -- una mezcla 1:6 es la más delgada que puede ser bombeada eficientemente.

En términos generales, la revoltura para ser bombeada debe -- tener una relación grava-arena más baja que la equivalente a una revoltura que presente un contenido de arena 3% mayor del que se necesitaría para el manejo común y corriente de la revoltura, esto ocurre cuando los agregados y su granulometría son satisfactorios, pero cuando se usan agregados mal graduados y especialmente cuando su forma corresponde a las del tipo mixto ó ciento por ciento -- quebrado, hay necesidad de recurrir a adicionantes que mejoren la plasticidad y la lubricación del concreto. Los adicionantes más -- satisfactorios para éste fin son una combinación de Puzzolanas, -- con un Inclusionador de aire debidamente dosificados.

Antes de empezar a bombear se deberán observar los siguientes puntos:

- 1.- Que no haya obstrucción en el receptáculo alimentador.

2.- Que el agitador se mueva libremente.

3.- Que todas las conexiones de la tubería estén seguras.

4.- Que el sistema del desagüe del pistón esté conectado a un abastecimiento de agua limpia.

Cuando se va a ampezar a bombear, es aconsejable inyectar -- de 15 a 20 galones de agua por la tubería para asegurarse que se encuentra limpia y mojada para recibir la lechada de cemento. El motor se debe arrancar y calentar antes de poner a funcionar la -- bomba, ésta debe arrancarse lentamente.

Antes de bombear el concreto, se lubricará bombeando prime-- ro la lechada de cemento con una proporción de dos partes de are-- na por una de cemento.

Si se permite que toda la lechada de cemento salga del recep-- táculo antes de ponerse el concreto, se dejará pasar aire a la tu-- bería formándose una bolba de aire, lo cual impedirá el bombeo, -- por lo tanto cuando todavía quede una poca de lechada de cemen-- to se empezará a colocar el concreto, al mismo tiempo se debe -- poner a trabajar el agitador para que de ésta manera el concreto -- no pierda sus cualidades.

En caso de que el agitador no funcione, el operador de la -- bomba deberá mover el concreto manualmente, además deberá ase-- gurarse de los siguientes puntos:

1.- Que no exista ninguna materia ajena en el receptáculo -- que pueda obstruccionar la tubería.

2.- Que el nivel del concreto en el receptáculo no baje demasiado.

3.- Que una cantidad inapropiada de concreto esté puesta en el receptáculo.

La boma debe ser parada inmediatamente, si cualquiera de las causas arriba mencionadas ocurre accidentalmente, en caso de que se encuentre una cantidad inapropiada de concreto en el receptáculo se deberá quitar inmediatamente. El bombeo deberá ser continuado tan pronto como sea posible.

Cuando se aumenten secciones de tubería, debe suspenderse el bombeo, la tubería nueva debe ser ampliamente mojada pero sin dejar agua libre en ella, cuando se quite una pieza de la tubería durante el trabajo, se debe limpiar inmediata y minuciosamente.

Al terminar el trabajo, el receptáculo deberá quedar completamente vacío.

Para limpiar el concreto que quede en la tubería, hay que remover la pieza de tubo más cercana a la bomba y limpiarla, después de esto, remover el concreto de la terminación del siguiente tubo, para permitir que un tapón inyector pueda ser insertado, éste tapón podía ser hecho de bolsas de cemento enrolladas fuertemente, para que quepan forzosamente dentro del tubo.

El tapón estará conectado al aire comprimido para forzar el concreto restante fuera de la tubería; puede que se necesite una

presión considerable para empezar el movimiento del tapón, pero una vez que el movimiento ha empezado, la presión deberá disminuirse hasta que apenas sea suficiente para que el tapón siga moviéndose.

Cuando el tapón se acerque al final de la línea, la presión deberá quitarse para aplicarla nuevamente poco a poco hasta que el tapón salga.

Es aconsejable que un hombre determine el progreso del tapón golpeando la tubería con un palo, cuando el tapón haya pasado y el tubo esté limpio, los golpes producirán un sonido vacío, cuando la línea no esté limpia producirán un sonido mate.

El trabajador que esté checando el proceso del tapón dentro de la tubería, también buscará y señalará cualquier rotura ó fuga en la línea, por seguridad todas las personas deberán pararse atrás de la línea del tubo de descarga durante el trabajo de limpieza, debido a que únicamente con el aire comprimido muy bien controlado el tapón saldrá rápidamente con fuerza muy considerable. Si el tapón rehusa moverse se deben tomar las siguientes precauciones:

- 1.- El abastecimiento de aire comprimido se quitará y desconectará.

- 2.- Toda presión en la tubería deberá ser quitada antes de romper una unión de la tubería para evitar el bloqueo.

Cuando la tubería se encuentre limpia de concreto debe ser cuidadosamente lavada para dejarla limpia para el siguiente uso.

Una vez que la tubería ha quedado perfectamente lavada, todas las juntas deberán ser chequeadas limpiando y apretando las que tengan fuga, la bomba se deberá limpiar perfectamente, eliminando cualquier concreto que haya quedado adherido.

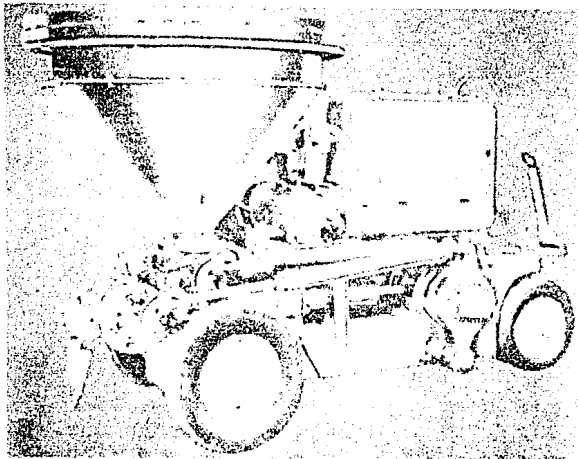
Finalmente se chequeará todo nuevamente para asegurarse que el equipo se encuentra en buenas condiciones de trabajo.

El principal problema que se presenta en éste equipo es el bloqueo de la tubería, el cual puede ser debido a las siguientes razones:

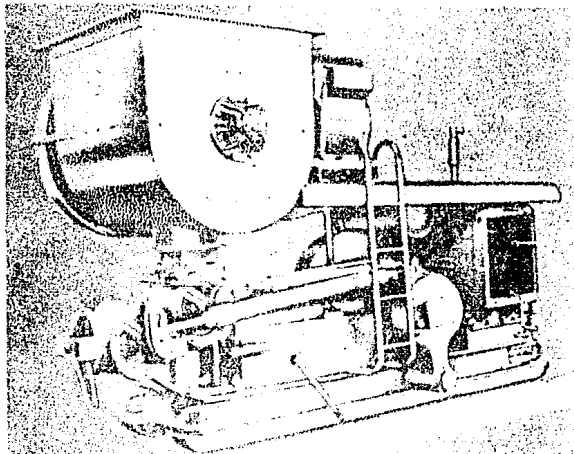
- 1.- Bloqueo de aire causado por el receptáculo cuando se encuentra con muy poco concreto, durante el bombeo.
- 2.- Concreto demasiado seco ó mojado.
- 3.- Concreto mal mezclado.
- 4.- Arena fina insuficiente en el concreto.
- 5.- Dejar el concreto demasiado tiempo dentro de la tubería.
- 6.- Fugas de la lechada en las juntas de las uniones.

Todos éstos bloqueos pueden ser prevenidos mediante una eficiente supervisión, además es muy importante estudiar el manual del fabricante, siguiendo cuidadosamente todas y cada una de sus instrucciones.

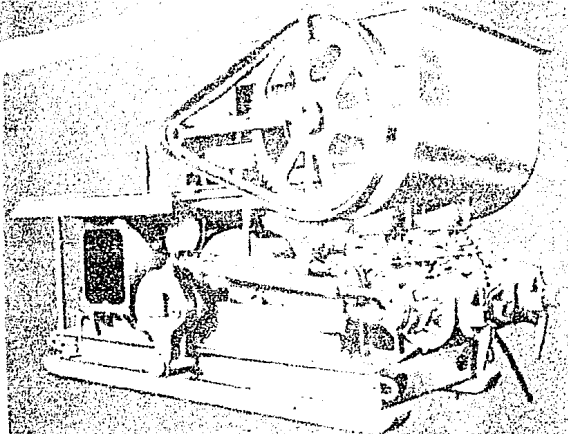




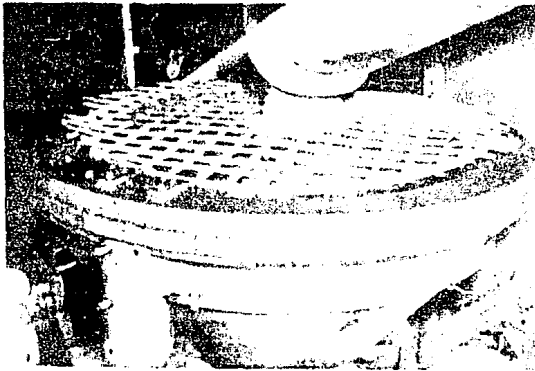
Bomba para concreto  
Modelo 160 sencilla,  
Capacidad 15-20 ---  
Yd3/hora.



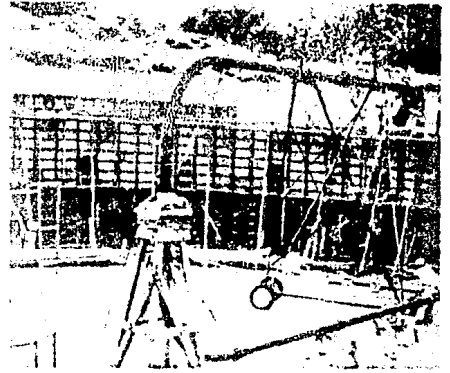
Bomba para concreto  
Modelo 200 sencilla,  
Capacidad 23-33 ---  
Yd3/hora.



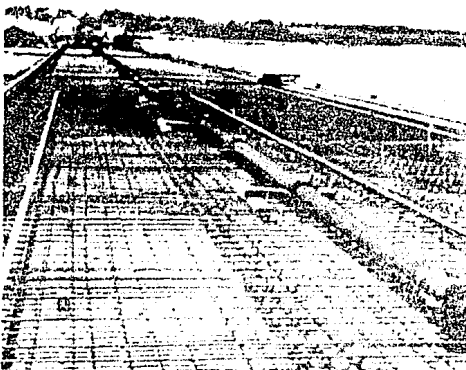
Bomba para concreto  
Modelo 200 doble  
Capacidad 50-65  
Yd3/hora.



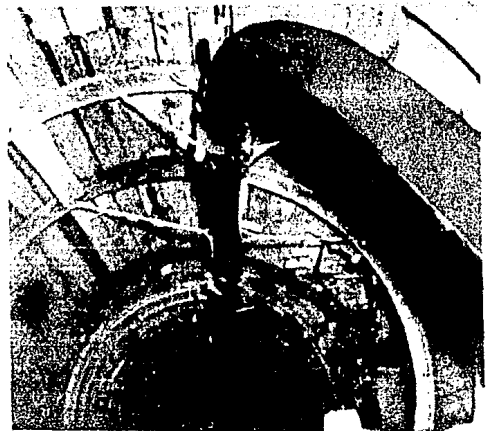
Receptáculo de una bomba equipado con malla de -  
fierro que impide la entrada del agregado grueso --  
perjudicial para el bombeo.



Bombeo horizontal y vertical utilizado -  
para el colado de unos muros.



Equipo de bombeo utilizado para la construcción  
de carreteras.



Equipo de bombeo utilizado para el colado de  
los muros de un pozo.

## CAPITULO V

### V.- CONCLUSIONES.

Como se ha visto a través del presente trabajo, en nuestros días la industria de la fabricación del concreto, cuenta con equipos de gran calidad y es por ésto que en la actualidad no es difícil producir concretos económicos, manejables y resistentes, además cualquier persona con la suficiente voluntad para pasarse el tiempo necesario en el estudio del concreto, podrá familiarizarse lo suficiente con los elementos importantes de su tecnología y de ésta razón producirlo correctamente.

Los métodos científicos y modernos usados en la composición de las mezclas, han hecho posible una utilización más amplia del concreto, es por ésto que todos los contratistas deben estar seguros que todas las diferentes clases de concretos que se estén usando hayan sido dosificados y mezclados con el mayor cuidado y de acuerdo con los materiales especificados.

Frecuentemente las mezclas presentan problemas de calidad a pesar de que se hayan observado todas las especificaciones. Es por ésto que es muy importante mandar hacer una amplia serie de pruebas a un laboratorio capaz y responsable.

Varias son las pruebas que se pueden hacer para verificar la calidad del concreto, los cilindros usados para determinar la fuerza de compresión constituyen una de las pruebas más importantes para el control de la calidad del concreto.

El método correcto que deben seguir los Ingenieros de pruebas y al que deben adherirse estrictamente, está rigidamente controlado por normas aceptadas en todo el mundo.

Para la selección del equipo, se deberá hacer un análisis exhaustivo de las condiciones y tipo de la obra, pues de ésta manera se podrá escoger el equipo adecuado, obteniéndose así una mejor calidad y una mayor economía.

Además el contratista deberá observar todas las instrucciones y recomendaciones dadas por el fabricante para el mayor provecho y cuidado del equipo.

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Manual of Concrete Inspection A.C.I. Comité 611.
- 2.- Criteria for Modern Specifications and Control A.C.I. Journal 1959.
- 3.- Recommended Practice for Measuring, Mixing and Placing Concrete A.C.I. Journal 1958.
- 4.- Concrete Primer F. R. Mc. Millan A.C.I. Publicación.
- 5.- Standard Specifications for ready-Mixed Concrete. A.S.T.M.
- 6.- Control de Concreto. Elmo C. Higuinson División del Doctorado de la Facultad de Ingeniería.
- 7.- USBR Concrete Manual Sexta Edición 1955.
- 8.- Manual del Constructor Cuarta Edición Mc. Graw Hill.
- 9.- Concrete Industries Year Book 1962. A Pit and Quarry Publicación.
- 10.-Proporcionamiento del Hormigón A.C.I. 613.
- 11.-Código de Especificaciones para edificios de Concreto Reforzado. A.C.I. 318-56.
- 12.-Apuntes de la clase de Concreto del Ing. Alberto Dovalí.
- 13.-Beton Kalender 44 Edición.
- 14.-Instructivo para Concreto S. R. H.
- 15.-Especificaciones Generales S. O. P.
- 16.-Revistas, artículos y publicaciones de los Estados Unidos y de las fábricas de cemento del Distrito Federal.