

2 E. 126. 82



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
CALIDAD EN UNA FABRICA DE CONCRETO
PREMEZGLADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A

Adalberto Rafael Quijano Chávez



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.

CONTENIDO

Capítulo 1. INTRODUCCION.

En este capítulo se presenta el objetivo general de este trabajo, con una breve descripción de las características del producto, del proceso de fabricación y del mercado del concreto, que generan la necesidad de un estudio como el presente.

Capítulo 2. CONTROL DE CALIDAD.

En este capítulo se presenta, esencialmente, lo que podríamos llamar la "teoría del control de la calidad", ya que estos lineamientos nos indican los aspectos que debemos tomar en cuenta para los capítulos posteriores.

Capítulo 3. PLANEACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.

En este capítulo se muestra la forma en que adaptamos nuestra teoría a la práctica, específicamente en esta Empresa en particular, indicando los objetivos del sistema ("para qué lo queremos"), la organización que se propone ("cómo se va a hacer") y los recursos necesarios y descripciones de los puestos principales ("con qué y con quién se hará"), así como una relación de las Normas Oficiales Mexicanas que se deben cumplir para el concreto premezclado.

Capítulo 4. IMPLANTACION DEL SISTEMA.

Aquí veremos el programa de trabajo a seguir, formas de papelería, instructivos de operación y algunos aspectos prácticos de cómo se llevará a cabo lo planeado y, sobre todo, los informes obtenidos, su análisis y retroalimentación al sistema..

Capítulo 5. CONCLUSIONES.

Capítulo 6. BIBLIOGRAFIA.

Capítulo 1. INTRODUCCION.

El gran desarrollo que ha tenido la industria de la construcción ha propiciado el auge de la industria del concreto premezclado, la cual hizo sus primeros intentos de funcionamiento en 1940, aunque hasta 1951 empezó a funcionar como se le conoce actualmente. (9)

Esta industria se creó esencialmente por la necesidad que tenían los constructores - de utilizar un concreto de calidad uniforme, que estuviera dentro de las normas aceptadas, que fuera surtido directamente en las obras y que cumpliera con el ritmo programado para el suministro. Alrededor de esto, se empezaron a general Normas Oficiales Mexicanas (NOM), derivadas de las normas del American Concrete Institute (ACI), que rigen la producción y el control de la calidad del concreto premezclado, - en beneficio de la construcción de México.

Con el fin de cumplir y hacer cumplir estas normas y disposiciones dictadas por el Gobierno Federal y para respaldar técnicamente la garantía de calidad que la industria del concreto premezclado ofrece a sus clientes, en toda empresa dedicada a este ramo existe o debe existir, dentro de su organización, un área dedicada al control de la calidad, llámese Departamento de Control de Calidad, Gerencia Técnica, etc.

El objetivo de este trabajo es presentar una guía a seguir para la planeación e implantación de un sistema de control de calidad, aplicado a una Empresa productora de - concreto premezclado, la cual tiene cuatro plantas de producción distribuidas en el - Area Metropolitana de la Ciudad de México.

1. CARACTERISTICAS DEL MERCADO.

Esta diseminación de fábricas distantes geográficamente entre sí, obedece a dos razones básicas:

- 1.1. El mercado del concreto premezclado, o sean las obras en construcción, se encuentra en uno y en todos los puntos geográficos de la capital y alrededores.
- 1.2. El concreto premezclado es un producto de muy corta vida, 3 a 5 horas para lograr su fraguado inicial, por lo que se debe descargar del camión-revolvedora ("olla") que lo transporta, entre una y dos horas posteriores a su producción.

Asimismo, esta característica de ubicación de las plantas, genera varios problemas, entre ellos:

- 1.3. Necesidad de una fábrica "Central", en donde se localiza:
 - a. El personal directivo y de Ventas.
 - b. El Laboratorio central de control de calidad.
 - c. El taller central de mantenimiento de las unidades motorizadas.

- d. El almacén central de equipos y refacciones.
 - e. La estación central de radio-transmisión.
- 1.4. Diferentes características del tipo de fábrica productora, ya que aunque el concreto es solo una mezcla de cemento, agua, arena y grava, en esta Empresa existen dos tipos de plantas para producirlo:
- a. Plantas dosificadoras, donde únicamente se pesan los materiales y se descargan en la olla, misma que es la que efectúa la función de mezclado.
 - b. Plantas premezcladoras, que dosifican y mezclan en equipos especiales los componentes del concreto, de tal modo que la olla sirve básicamente de transporte, realizando una homogenización final.
 - c. Cada fábrica, sea dosificadora o premezcladora, tiene sus propios problemas con sus equipos, motores, servicios, etc., así como sus propios puntos críticos de control.
- 1.5. Diferentes pedidos a diferentes obras, lo que genera una necesidad, fuera de lo común en la industria, de una buena comunicación y coordinación entre:
- a. Clientes
 - b. Personal de Ventas (pedidos).
 - c. Personal de Producción (planta)
 - d. Personal de Distribución (choferes)
 - e. Personal de Control de Calidad (muestreadores)
 - f. Personal directivo.
- 1.6. Diferentes plantillas de personal, tanto productivo como de distribución, con sus propios problemas inherentes a: puntualidad, personalidad, relaciones humanas, conocimientos, esfuerzo, etc.
- 1.7. Diferente equipo de distribución (ollas) que, por ser móviles, son intercambiables de una planta a otra con todo y sus choferes.
- 1.8. Grandes distancias entre las oficinas del personal servicio a clientes y los mismos. Debido a la corta vida del concreto en estado fresco, es necesario que este personal técnico se desplace rápidamente a la obra a resolver los problemas presentados en el momento del colado.
- 1.9. Diversidad de clientes, puesto que se tiene que atender a:
- a. Ingenieros o arquitectos residentes, experimentados o no y hasta estudiantes de estas carreras, en donde muchos de ellos piensan que son "técnicos en concreto" por haber estudiado algo o creer tener mucha experiencia.
 - b. Por separado, o conjuntamente con los anteriores, se encuentran los dueños o superintendentes de obra, que son los que autorizan los pagos y que pueden bloquear estos con cualquier pretexto de calidad o servicio.

- c. En ocasiones se atiende a maestros de obra (albañiles experimentados), - que algunas veces son difíciles y cuya intervención puede ser decisiva en el pago
- d. Todo esto requiere que el personal técnico de la concretera deba de estar - bien capacitado y que su sistema de control de calidad sea cumplido cabal-
mente, para estar seguro de su posición ante los clientes.

2. CARACTERISTICAS DEL CONCRETO.

El hormigón o concreto es el material de construcción compuesto por la mezcla de - piedras menudas (grava) y un mortero de cemento y arena, el cual se utiliza para dar rigidez a las estructuras armadas con varilla en la construcción de edificios, vivien-
das, pavimentos, puentes, etc., denominándose en este momento "concreto arma-
do". Por otro lado, puede utilizársele sin varilla, como en pisos, banquetas, etc.

El principal elemento constitutivo del concreto es el cemento, que al ser mezclado con el agua, forma una pasta que se endurece, aglomerando en su interior a la arena y grava (llamados "agregados fino y grueso, respectivamente), con los que forma una masa de dureza pétreo que, principalmente, responde a los esfuerzos de compresión a los que son sometidas las estructuras. A este endurecimiento se le llama -
FRAGUADO.

En las construcciones de concreto armado se preparan unos moldes de madera (cim-
bra), en cuyo interior se coloca la armadura metálica de varilla; dichos moldes ha-
brán de rellenarse de concreto, operación que se le llama "COLADO", y su forma in-
terna será exactamente la que ha de tener la masa de concreto una vez fraguada. Es-
ta cimbra se limpia previamente con agua y luego se le unta aceite u otro producto
desmoldante, antes de verter la mezcla de concreto en ella. Cuando se encuen-
tra bien fraguado el concreto, después de cierto tiempo, se quita la cimbra. En la -
mayoría de las construcciones, simultáneamente al colado, se realiza la operación
de VIBRADO, con la cual el concreto se acomoda bien en la cimbra, lográndose así
mayor dureza y resistencia.

Las reacciones químicas entre cemento y agua mediante las cuales se endurece el -
concreto, producen calor y ellas continúan durante largo tiempo, si es que la masa -
se mantiene húmeda y la evaporación no es excesiva. Para que el fraguado sea nor-
mal, también es necesario que la temperatura se mantenga dentro de cierto rango, -
para evitar la evaporación; así, sobre el concreto ya colado y vibrado se tiene que -
realizar la operación que se llama CURADO, que consiste en cubrir la superficie con
material húmedo que puede ser, entre otros: simple agua rociada (el más común), -
plásticos, cartón húmedo o membranas especiales para curado de concreto. Esta ope-
ración es tan importante, que algunas veces causa merma de resistencia si está mal

realizada.

Por definición (NOM-C-155), el concreto premezclado es "el concreto hidráulico, dosificado y mezclado por el fabricante, el cual se entrega al comprador para su utilización en estado plástico". Así, la base de compra es el metro cúbico de concreto fresco tal como se descarga en el sitio de entrega.

Por otro lado, según contrato, la base de aceptación del concreto es la característica de resistencia a la compresión, misma que se logra a una determinada cantidad de días, llamada "edad especificada" (14 ó 28 días, como se verá después). Puesto que no es posible determinar, en forma práctica, la resistencia del concreto dentro de la cimbra o una vez que se retira esta, el fabricante debe estar seguro, y así transmitirse al comprador de que el concreto suministrado es el solicitado por el cliente, únicamente y a través del fiel cumplimiento de un adecuado sistema de control de calidad, el cual cumple con las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

3. SOLICITUD DEL CONCRETO PREMEZCLADO.

El constructor obtiene, por medio del resultado de su cálculo estructural y el uso que vaya a tener, las características requeridas para el concreto y lo solicita al fabricante con la nomenclatura que se menciona a continuación, misma que ha estandarizado la Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado, A.C., que agrupa a todas las empresas premezcladoras del país:

CONCRETO SOLICITADO: $f' C = \underbrace{200}_I / \underbrace{N}_{II} / \underbrace{20}_{III} / \underbrace{14}_{IV} \underbrace{\text{Bombeable}}_V$

- I. Las siglas $f' C$ significan la resistencia a la compresión a la que va a ser sometido el concreto, medida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm^2). Este dato se ha estandarizado desde 100 hasta 350 Kg/cm^2 . Así, en el mercado normal solamente existen los siguientes concretos:

$$f' C = 100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f' C = 150 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f' C = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f' C = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f' C = 300 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f' C = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

- II. Este campo indica el tipo de fraguado del concreto:

N - Para concreto de fraguado o resistencia normal, o sea aquel cuya edad

especificada en que logra la resistencia es de 28 días (NOM-C-155). Es, de hecho, el concreto más común.

RR - Para concreto de resistencia rápida o sea el que logra la resistencia especificada a los 14 días. Es un concreto especial que se utiliza cuando se desea descimbrar antes de 15 días.

III . En este campo se indica el tamaño del agregado grueso que se desea (grava) , que depende del uso que se le vaya a dar al concreto:

20 - Para grava que cumple con la especificación de 20 mm (3/4 de pulgada). Es la más común.

40 - Para grava de especificación 40 mm (1 1/2 pulg.). Esta grava es poco utilizada por su gran tamaño, ya que no pasa entre las varillas, aunque es más barato el producto. En la empresa estudiada, existe únicamente grava de 20 mm, por cuestión de costos.

IV . El campo indica el REVENIMIENTO DEL CONCRETO, medido en centímetros. Por definición, NOM-C-156, el revenimiento es la "medida de la consistencia del concreto medida en términos de la disminución de altura, en un tiempo determinado, de un cono truncado de concreto fresco de dimensiones especificadas"

En la práctica, el revenimiento nos indica la cantidad de agua que contiene la mezcla y nos da una idea de la trabajabilidad de ella, de tal forma que entre más "aguado" se encuentre el concreto, más fácilmente es trabajable. Sin embargo, esta agua no debe sobrepasar determinada tolerancia, ya que disminuiría la resistencia:

10 - significa 10 cm \pm 2.5 cm de tolerancia

14 - significa 14 cm \pm 3.5 cm de tolerancia

18 - significa 18 cm \pm 3.5 cm de tolerancia

20 - significa 20 cm \pm 3.5 cm de tolerancia

V . Este último campo se refiere a concreto bombeable o no bombeable; cuando el cliente no especifica "bombeable", que es lo común, quiere decir que es "no bombeable.

El concreto bombeable es un concreto que contiene mayor cantidad de finos (arena y cemento) que el concreto común, por lo que disminuye la grava; todo ello sin merma de la resistencia. Este concreto actualmente es muy utilizado debido a la mayor dificultad que presentan los colados día con día, sobre todo cuando son de varios pisos sobre el nivel de la calle y gracias también a la mayor facilidad y eficiencia que brindan las bombas de concreto actuales.

Aunque desde el punto de vista del proceso de producción es lo mismo dosificar concreto bombeable que no bombeable, a los colados donde se utiliza el primero se les debe prestar mayor atención en lo siguiente:

- a. Vigilar el revenimiento, sobre todo a la salida de la tubería, ya que como son bombas de pistón que trabajan a gran presión para vencer el peso mismo del concreto, comprimen demasiado a éste y en ocasiones logran una pequeña separación de "lechada" (agua y cemento) de la mezcla, sobre todo en las uniones de los tubos.
- b. Vigilar muy de cerca el ritmo de suministro del concreto a la bomba, ya que esta no se debe quedar parada más de media hora, pues corre el riesgo de que el concreto se empiece a endurecer dentro de la tubería, causando taponamiento en ella y la única forma de quitar este es desarmando la tubería, operación demasiado tardada y que, por el tiempo, puede causar problemas con el concreto en espera o en tránsito. En estos taponos, además de lo indicado en el punto a. anterior, influyen: la temperatura ambiente (que evapora el agua que le da cohesión a la mezcla), la humedad de los agregados, un fraguado acelerado o falso fraguado, etc.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

4.1. Almacén del cemento.

- a. El cemento se compra a granel directamente en la fábrica y se transporta en tolvas neumáticas portátiles herméticas, remolcadas por un tracto camión y cuya descarga es por medio neumático con un "soplador" colocado en el mismo chasis de la tolva.
- b. El cemento se almacena en silos metálicos verticales y cilíndricos, perfectamente herméticos y con un dispositivo para permitir la salida del aire durante la descarga del material (ventilación). Algunas empresas utilizan equipos para la recuperación de este material que escapa, con lo que evitan la contaminación del aire.

4.2. Almacén de agregados.

- a. En las plantas dosificadoras, este almacén se encuentra a cielo abierto sobre el patio, debiendo estar separados los materiales, sea por medio natural o por una división entre ellos.
- b. El material se recibe en remolques con caja metálica de 22 metros cúbicos, provenientes de no más de tres distintas minas, cuyas características cons

titutivas y de explotación son muy parecidas. Se descargan directamente en el patio y se amontonan por medio de un cargador frontal (trascavo).

- c. En las plantas premezcladoras tipo ELBA, el almacén de agregados también es a cielo abierto, solamente que el amontonamiento no es con trascavo, sino por medio de un aparato llamado dragalina ("scraper"), cuyo funcionamiento es radial y parecido al de una draga.

4.3. Almacén de agua.

Debe ser limpia, almacenándose en cisternas o tanques cubiertos.

4.4. Almacén de aditivo

- a. En todo concreto común se utiliza un aditivo líquido dentro de su fórmula, con objeto de reducir la cantidad de agua y de cemento (sin detrimento de la resistencia), que además brinda otras ventajas, como: mejorar la plasticidad, dar cierta impermeabilidad, etc.
- b. Este aditivo se almacena en tanques cerrados.
- c. Existen otros aditivos que se utilizan cuando el cliente los solicita específicamente, como: impermeabilizantes, retardantes, acelerantes, etc. Estos se almacenan en sacos, si son sólidos o en cubetas, si líquidos, por su uso de volumen bajo.

4.5. Proceso de fabricación en plantas dosificadoras.

- a. El cemento se envía por transportadores herméticos, elevadores de cangilones y transportadores helicoidales, a una tolva-báscula donde se prefija el peso; al llegar el material a este, detiene eléctricamente los motores. Este peso real debe tener una tolerancia de 0 a + 4% del peso prefijado.
- b. Los agregados se envían por banda transportadora a su respectiva tolva de almacén de paso, que contiene una división entre la grava y la arena. La pesada de ellos es por gravedad, abriendo alternadamente una compuerta y luego la otra, cayendo ambos en una tolva-báscula de peso acumulativo y prefijado. La tolerancia aceptada en esta báscula es de $\pm 3\%$ del peso prefijado para cada material.
- c. El agua se bombea a una tolva-báscula, cuyo corte de bomba es eléctrico en el peso prefijado. Por estar en la parte superior de la planta, la descarga del agua es por gravedad y directo a la olla, a través de tubería. La tolerancia de peso es de $\pm 1\%$.

- d. El camión-revolvedora se pone a girar a máximas revoluciones del trompo, 12 a 15 rpm, que es la "velocidad de mezclado". El cemento y agregados descargan por gravedad, directa y simultáneamente, en una banda transportadora que los lleva al trompo giratorio, el cual tiene aspas interiores que mezclan estos con el agua, recibida previamente.
- e. Al final del proceso, previamente dosificado, se descarga el aditivo en forma neumática.
- f. Este proceso se repite dos o tres veces para cargar una olla, que tiene una capacidad de 7 m³, ya que una pesada tiene un máximo de 3 m³.

4.6. Proceso de fabricación en plantas premezcladoras tipo ELBA.

- a. Aquí cada pesada corresponde a medio metro cúbico, debido a la capacidad de la mezcladora. Las tolerancias aceptadas son las mismas anteriores.
- b. El cemento se dosifica como en la planta dosificadora.
- c. Los agregados caen por gravedad directamente desde el almacén a través de compuertas accionadas neumáticamente, hacia una tolva-báscula-elevadora ("skip hoist"). Esta báscula también es acumulativa, pesando primero un material y luego el otro.
- d. El agua se bombea hacia una tolva-báscula, en donde también se descarga el aditivo, dosificado neumáticamente.
- e. Todo ello se descarga en una mezcladora-elevadora ("mixer-hoist"), por gravedad, en este orden: agua y aditivo, agregados y al último el cemento. Esta mezcladora contiene un agitador helicoidal que mezcla los ingredientes enérgicamente.
- f. La mezcladora se eleva y descarga su contenido a la olla, que se encuentra girando únicamente a la velocidad de agitación, 6 a 7 rpm y no a la velocidad de mezclado.

Capítulo 2. CONTROL DE CALIDAD.

EL CONTROL.

La revolución tecnológica y el dinámico crecimiento de los mercados, trajo consigo un incremento en el volumen de las operaciones, así como en el número de unidades producidas y de servicio.

El jefe de una organización, que en un principio vigiló personalmente sus operaciones internas así como lo que ocurría fuera de su empresa, se vió en la imposibilidad de darle seguimiento a todos y cada uno de los hechos que ocurrían en su negocio. Por lo cual, creó niveles en su organización, en los cuales tuvo que delegar funciones y autoridad y exigir responsabilidades. Simultáneamente, ideó un sistema de comunicación, por medio del cual debería tener conocimiento de sus operaciones.

Conforme los niveles de la organización fueron aumentando, se hizo necesario llegar a un estudio de como debería de ser esta organización, lo que derivó en la "Administración Científica de las Empresas", que empezó su desarrollo a principios de este siglo.

Se le llama "científica", porque en ella se define que "administrar es la técnica científica de coordinación social cuyo objetivo es la productividad", definiendo esto último como un "máximo de eficiencia con un mínimo de esfuerzo", considerando la eficiencia en : tiempo, dinero y espacio. (11)

Como en la mayoría de las técnicas, en la Administración Científica de las Empresas, es imposible definir en la práctica el proceso que se sigue para el logro de sus metas; sin embargo, con fines de estudio, es necesario realizar una división, a través de la cual se logre conocer todas y cada una de las reglas que se deben aplicar en el momento que el ejecutivo se encuentre trabajando en el campo específico de su labor administrativa.

Debido a que esta división de un "ciclo" o "proceso administrativo" no es real, sino conceptual, cada tratadista tiene su opinión al respecto: Terry la divide en cuatro partes; Fayol y Newman la seccionan en cinco elementos; Agustín Reyes Ponce, basándose en Fayol, Koontz y O'Donnell la divide en seis elementos: previsión, planeación, organización, integración, dirección y CONTROL. (11).

En todos ellos, aparece el control como el elemento final del ciclo administrativo y su importancia radica en ser el eslabón que une dos periodos administrativos consecutivos, convirtiéndolos en dinámicos, para el mejoramiento de la administración.

Existen varias definiciones del control como elemento del ciclo administrativo, según sea el autor que trate del mismo; sin embargo, la esencia en todos es la misma:

MEDIR RESULTADOS REALES PARA COMPARARLOS CON LOS PRONOSTICOS ESPERADOS.

1. Finalidades del control.

- 1.1. Comprobar si lo ocurrido se realiza según lo planeado.
- 1.2. Lograr seguridad en activos, personas y mercados.
- 1.3. Obtener y analizar información, para retroalimentar al sistema.
- 1.4. Ser la base para la planeación del siguiente ciclo administrativo.
- 1.5. Corregir las desviaciones a los planes.

2. Requisitos del control.

- 2.1. Fijación clara de los objetivos reales.
- 2.2. Establecimiento adecuado a los planes que conduzcan a los objetivos.
- 2.3. Establecimiento de políticas y reglas.
- 2.4. Difusión clara y precisa entre el personal de la Empresa; de los objetivos, políticas, reglas y planes.
- 2.5. Estructura apropiada de la organización y fijación clara de funciones, autoridad responsabilidad y canales de comunicación.

3. Clasificación del control.

3.1. Por su forma de operar:

- a. Control automático o inmediato.
- b. Control sobre resultados de un período.

3.2. Por su área de aplicación.

- a. Control de producción; control de calidad; de suministro y transporte de materias primas; de mantenimiento y conservación de maquinaria y equipo; de la capacidad de planta, cantidad y costo de lo producido; control de la distribución del personal; de los procesos de fabricación; de seguridad industrial; control de inventarios; etc.
- b. Control administrativo: control de la calificación de méritos respecto a conocimientos o habilidades adquiridas por el personal; control de análisis y evaluación de puestos; control de formas y reportes; de obsolescencia y apli

cación de políticas y reglas; de reclutamiento, contratación, etc.

- c. Controles financieros y contables: control de nivel de efectivo; de egresos e ingresos; control de la oportunidad, claridad y precisión de los registros e informes contables; control del nivel del capital de trabajo; de las razones financieras; de las inversiones, de la recuperación y riesgo, etc.
- d. Controles de comercialización: control de publicidad, promoción y relaciones públicas; control de la participación y oportunidad en el mercado; de los canales de distribución; de la puntualidad de entrega, servicio y garantías al consumidor; control de ventas por zona geográfica; de marcas, etc.
- e. Control de controles, que nos indica si los resultados esperados de nuestro sistema de control son consistentes con los obtenidos, etc., que es, en última instancia, el ejercido por la Dirección.

3.3. Por su periodicidad.

- a. Recurrentes o periódicos.
- b. No recurrentes o especiales (esporádicos).

3.4. Por su grado de cuantificación.

- a. Objetivos: que son aquellos en los que existen estándares prefijados fácilmente medibles. Esta medición puede ser en base a cuatro factores: calidad, tiempo, costo y volumen (o intensidad de prestación de servicios, en su caso).
- b. Subjetivos: que son poco cuantificables y en los que interviene el criterio del controlador para establecer la medida.
- c. Mixtos: que contiene características de los dos anteriores.

3.5. Por el período que abarca.

- a. A corto plazo.
- b. A mediano plazo.
- c. A largo plazo.

4. Principios del control.

- 4.1. Definir las área y operaciones prioritarias a controlar.
- 4.2. El costo del control nunca debe ser mayor a la utilidad derivada del mismo.
- 4.3. El autocontrol, supervisado y coordinado por la Dirección, debe ser la mejor forma de controlar.
- 4.4. Los controles deben ser claros y objetivos.

- 4.5. Los controles deben llegar en forma más concentrada, entre más alto sea el nivel al que se dirigen.
- 4.6. Los controles deben ser flexibles, de acuerdo con la estructura de los planes.
- 4.7. Los controles deben ser oportunos.
- 4.8. Los controles deben ser correctos.
- 4.9. Los controles deben tomar en cuenta la función controlada.

5. Etapas del control.

5.1. Planeación de controles.

- a. Las áreas y factores estratégicos a controlar. Estas varían según el tipo de organización, tamaño, tipo de mercado en que opera y situación de alguna o algunas de sus áreas. No se deben vigilar todas y cada una de las operaciones de una Compañía, por ser inoperante y costoso, por lo que el controlador deberá enfocar su atención en aquellos puntos clave que le indiquen si un plan se está realizando.
- b. Los medios e instrumentos de control, deberán ser presentados en forma adecuada y según las necesidades y conocimientos de quien los va a aplicar.
- c. Los fines de los controles elegidos, justificándolos con los principios del control indicados en el punto 4. anterior.
- d. Las políticas y reglas para su operación.
- e. Los problemas y procedimientos para su aplicación.
- f. El período en el cual serán instalados y tendrán vigencia los controles.
- g. Funciones, autoridad y responsabilidad de quienes intervienen, tanto en las operaciones a controlar como en los controles de éstas.
- h. Los controles deben respetar la estructura organizacional.

5.2. Instalación y operación de sistemas de información adecuados, en cuya efectividad radica la operatividad del sistema de control.

5.3. Análisis e interpretación de resultados, que es donde se lleva a cabo realmente el control, donde se ven los resultados que se están obteniendo, los ya obtenidos y la proyección de la Empresa.

5.4. Corrección de las desviaciones o errores, que es donde se reportan los beneficios del control. Esta etapa conduce a dos tipos de acciones:

- a. Mejoramiento de los controles eficaces.
- b. Eliminación de los que no lo han sido.

Ello implica una labor de planeación, implantación y, en algunos casos, de modificaciones en la organización, provocando una retroalimentación que nos lleva a: corrección e iniciación del proceso administrativo.

EL CONTROL DE LA CALIDAD.

1. Calidad

Por definición, calidad es el elemento resultante de una combinación de cualidades y características de ingeniería y de fabricación, determinadas por el grado de satisfacción que el producto proporciona al consumidor durante su uso. (3)

A su vez, la calidad se puede subdividir en:

1.1. Calidad de diseño.

- a. Calidad obtenida a través de investigaciones de mercado: que es la identificación de lo que, para el usuario, constituye la calidad y que puede variar por diversas causas, como por ejemplo: el nivel socioeconómico de los consumidores del producto.
- b. Calidad de concepto: que es la selección de un concepto que sea sensible a las necesidades detectadas en el usuario y que pueda ser producido.
- c. Calidad de especificación: que es la traslación del concepto del producto seleccionado a una etapa de especificaciones que intenten cubrir las necesidades del consumidor.

1.2. Calidad de conformación: que es el grado de versatilidad de la manufactura de acuerdo al diseño base.

1.3. Disponibilidad: o sea la continuidad del servicio que se puede dar, en función de las necesidades del usuario.

1.4. Confiabilidad: que es la probabilidad de fabricación de un producto sin falla.

- a. Confiabilidad intrínseca: que es la obtenida en forma inherente por el diseño y determinada por el mismo.
- b. Confiabilidad extrínseca: que es la obtenida por factores externos.

1.5. Servicio de campo: que es el servicio de la venta que se encuentra en contacto directo con el consumidor y que se divide en:

- a. Servicio programado, que consta de exámenes y verificaciones para la detección de fallas incipientes.

b. Servicio no programado, que consiste en restaurar el servicio en el sitio o evento de la falla.

2. Definición de Control de Calidad.

CONTROL DE CALIDAD ES EL CONJUNTO DE ESFUERZOS EFECTIVOS DE LOS DIFERENTES GRUPOS DE UNA ORGANIZACION PARA INTEGRAR EL DESARROLLO, MANTENIMIENTO Y SUPERACION DE LA CALIDAD DE UN PRODUCTO, CON EL FIN DE HACER POSIBLE SU MANUFACTURA AL NIVEL MAS ECONOMICO Y SATISFACER EN ALTO GRADO AL CONSUMIDOR, SIENDO ESTE EL FACTOR MAS SIGNIFICATIVO. (3)

3. Evolución del control de calidad.

En la figura No. 1 se puede observar el desarrollo evolutivo que ha seguido el concepto calidad, dentro de la Administración Científica de las Empresas, durante este siglo. Se observa que aproximadamente cada 20 años ocurre un gran cambio en el desarrollo y aplicación del concepto de "calidad" en la industria, aunque los primeros intentos de la siguiente etapa se han desarrollado casi inmediatos a la implantación de la anterior.

Asimismo, en la última de las etapas evolutivas, "los círculos de calidad", se incluye otra vez al operador de la maquinaria de producción directamente, aunque con muchas mejoras personales, volviendo a reevaluar la parte más importante que tiene una empresa: su personal.

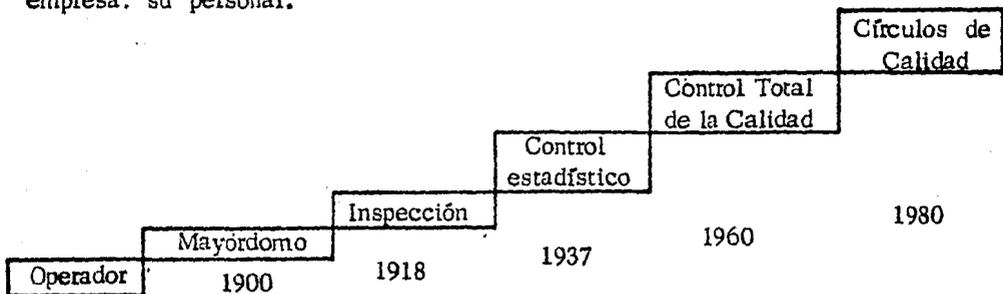


Fig. No. 1. Desarrollo Evolutivo del Control de Calidad.

3.1. Operador. Es la parte medular de la fabricación. Debido a que no eran líneas de producción muy grandes, un número muy reducido de trabajadores tenía la responsabilidad de la manufactura completa del producto, por lo que ellos mismos podían controlar la calidad de su trabajo. Esta característica fue desde tiempos inmemorables hasta finales del siglo pasado.

- 3.2. Mayordomo de control de calidad y de producción. Significó el arribo del concepto de factorías modernas, en las que al haber varias líneas de producción en serie, diferentes grupos humanos realizan tareas similares, debiendo ser supervisados por un mayordomo quien, además de su responsabilidad en la cantidad de producción, asume la responsabilidad de la calidad del producto.
- 3.3. Inspección. Durante la Primera Guerra Mundial y como resultado de la complejidad de los procesos industriales, hubo la necesidad del control de un gran número de trabajadores, por lo que el mayordomo ya no podía atender la calidad y la cantidad de la producción simultáneamente. Así, surgieron los primeros inspectores de calidad de tiempo completo. Esta situación condujo a la formación de grandes organizaciones de inspección, separadas de la de producción y con tamaño suficiente para ser encabezadas por un superintendente.
- 3.4. Control Estadístico. Las necesidades de producción en masa requeridas para la Segunda Guerra Mundial, obligó a una extensión de la inspección para lograr mayor eficiencia en sus organizaciones; por ello, se inició la utilización de elementos estadísticos (muestreo y gráficas de control), creado por los Dres. Shewart, Dodge, Remig y otros en 1924 en Laboratorios Bell, así como el análisis de los mismos. Otra innovación fué la inspección por muestreo, en lugar de la inspección 100%. Un serio problema era su centralización dentro de la planta y con existencia de fallas en la resolución de grandes problemas. (10)
- 3.5. Control Total de la Calidad. Este tipo de control tiene varias características:
- a. El control comienza con la inspección de materias primas y termina con la colocación del producto en el mercado.
 - b. El control de calidad es vital, pues suministra retroalimentación acerca de cómo está trabajando el proceso.
 - c. Se involucra en la planeación del sistema a casi todas las áreas de la Empresa, etc.
- 3.6. Círculos de Calidad. Este tipo de control fué creado por los japoneses en 1962 y sus resultados se encuentran a la vista, ya que podemos decir que, así como Inglaterra y Alemania eran dueñas de la "calidad" antes de 1940 y Estados Unidos lo fué de 1940 a 1970, actualmente Japón es el número uno en calidad, gracias a la técnica para mejorar la calidad, productividad y la moral de una organización llamada: círculos de calidad. Los elementos clave de esta técnica son:
- a. Es una filosofía de elevación de la gente; el círculo de calidad funcionará únicamente si existe un sincero deseo de la Gerencia en ayudar a sus emplea

dos a crecer y desarrollarse.

- b. Es voluntario: elemento importante que hace difícil que la Gerencia lo acepte o por lo menos lo estudie.
- c. Todos participan: el dirigente del círculo debe velar porque aún la persona más tranquila o introvertida tenga la oportunidad de expresar lo que se halle en su mente.
- d. Los miembros coadyuvan entre sí para progresar: todos y cada uno de los componentes del círculo deben buscar el crecimiento y desarrollo de los demás.
- e. Los proyectos son el esfuerzo del círculo y no esfuerzos individuales: el círculo de calidad es un esfuerzo de grupo, de equipo y, como unidad global, debe recibir el reconocimiento por cualesquier logro que alcance.
- f. Se imparte adiestramiento tanto a trabajadores como a la Gerencia: la Gerencia también debe recibir adiestramiento en el papel que va a desempeñar el cual es de apoyo y de respaldo y no de dominación.
- g. Se estimula la creatividad: es necesario crear un ambiente de estímulo para las ideas; promover que la gente se arriesgue a sugerir una idea, sin el temor que se les ridiculize o rechace.
- h. Los proyectos se relacionan con el trabajo de los miembros: los integrantes del círculo son expertos en lo que hacen, mas no en lo que hacen otros, así que los proyectos deben tener algo que ver con su trabajo y no con otros temas.
- i. La Gerencia tiene que mostrarse respaldadora: al principio alguien de la Gerencia debe de conceder algún tiempo y alguna forma de asesoría y compromiso con el o con los círculos formados, con el fin de que ellos cuenten con el estímulo que necesitan para crearse y madurar.
- j. Nace la conciencia de calidad y mejoramiento: todo lo anterior será inútil a menos que los pasos que se den resulten en un claro percatamiento, por parte de los miembros, para manerense siempre pensando en los procedimientos para mejorar la calidad y reducir los errores.
- k. Reducción de la mentalidad de "nosotros" y "ellos": en virtud de que tanto trabajadores como gerentes, sin excepción, son estimulados a participar en la solución conjunta de problemas, se fortalece el sentimiento de que todos ellos están juntos en este fin; a su vez, está a cargo de cada uno el producir productos de la máxima calidad al menor costo, trabajando coordinadamente con los demás.

(En 1980, más de 500 compañías norteamericanas iniciaron círculos de calidad. Tam

bién existen movimientos de círculos en Brasil, México, Argentina, Taiwan, Corea, China y algunos otros países).

4. Generalidades sobre el control de la calidad.

Actualmente el control de calidad ha rebasado la designación de una simple técnica de control para convertirse en una función sumamente especializada, provocando la colaboración de toda la unidad empresarial, la cual toma parte en la creación de principios técnicos y prácticos para la formación de un programa de control de calidad. - (Ver la Figura No. 4, "Carta de interrelación de funciones de la unidad administrativa aplicada a la calidad del producto).

Así, el control de calidad se presenta como un conjunto de conocimientos técnicos y administrativos que tienen como meta asegurar que el producto cause impacto positivo en el consumidor. Para ello se debe obtener un máximo control en los procesos de diseño y manufactura y la elaboración específica de datos para satisfacer las necesidades de cada planta.

En las operaciones de producción en masa, la calidad del producto puede ser controlada por analogía en las piezas, puesto que todas ellas se fabrican siguiendo los mismos parámetros y especificaciones. En las operaciones por lote, las partes difieren de una orden a otra o de un pedido a otro y solamente los materiales y el proceso de fabricación es común a ellas; aquí, el control se aplica a los procesos, aunque puede existir verificación en el producto.

En la calidad de un producto existen tres caminos que deben ser tomados en cuenta:

- 4.1. El consumidor ha venido acrecentando sus demandas de calidad en forma muy aguda, por lo que los diseños de los productos deben ser muy bien estudiados.
- 4.2. Como resultados de las exigencias del consumidor de un producto de alta calidad, las prácticas y técnicas actuales de la industria pronto caerán en la obsolescencia. Por ello, actualmente, en algunas industrias la inversión en el control de la calidad rebasa el 20 % del valor total de los activos en maquinaria y equipo.
- 4.3. Los costos de la calidad se han incrementado en muchas industrias y aunque resulte excesivo, es básico para mantenerse dentro del ámbito competitivo. En muchas industrias, los gastos correspondientes al costo de la calidad representan hasta un 10 % de sus costos de ventas.

5. Beneficios del control de la calidad.

- 5.1. Beneficios primarios.

- a. Estimula la confiabilidad para forjar mejores diseños de nuevos productos.
- b. Reduce los costos de operación.
- c. Reduce sensiblemente las pérdidas.
- d. Mejora la moral del trabajador.
- e. Reduce los obstáculos en la línea de producción.

5.2. Beneficios secundarios.

- a. Promueve métodos y reformas de inspección.
- b. Permite el establecimiento de estándares apropiados para estudios de tiempo de calidad para el trabajo en planta.
- c. Provee un sistema definido para la prevención del mantenimiento.
- d. Suministra información adecuada para los medios publicitarios.
- e. Suministra bases reales y actualizadas para el cálculo de costos.

6. Factores que intervienen en el desarrollo e importancia del Control de la Calidad.

- 6.1. Mercados. El aumento de productos nuevos, que modifican métodos, tecnologías y materiales, se amplían en capacidad y se especializan funcionalmente en nuevos efectos y servicios.
- 6.2. Capital. Debido a la competencia, se han reducido los márgenes de ganancia - de las empresas. El aumento y modernización sin eficacia de los procesos, ha ocasionado pérdidas en producción debidas al desperdicio, reprocesos, costos de calidad y mantenimiento. Aunque el mejoramiento ha rebajado el costo directo de la mano de obra, todavía es necesario enfocar la atención hacia el control de calidad.
- 6.3. Materiales. Ha proliferado la disminución de límites; es decir: aplicaciones y especificaciones más estrictas junto con una mayor diversificación, así como con la implantación de una serie de pruebas hacia ellos.
- 6.4. Administración. Mejoramiento de los sistemas y controles administrativos, - tanto generales como de la producción y de la calidad misma.
- 6.5. Maquinaria y métodos. El empleo de equipo más complejo y sofisticado, que depende del alto grado de calidad y de los materiales empleados y del producto mismo. A mayor complejidad de un equipo, se requiere de un control de calidad más crítico.
- 6.6. Humanos. Implica la demanda de especialistas por un aumento de los conocimientos en campos tecnológicos, aunque como principal desventaja, es que la

especialización aleja la responsabilidad en ciertas partes del producto.

Por otra parte, las condiciones físicas y mentales del ser humano, elemento vital en nuestra organización, nos obligan a tomar en cuenta y clasificar, hasta cierto punto, los factores humanos señalados para la persona idónea en control de calidad a niveles técnicos:

a. Definición de criterio:

- Fallas discretas
- Fallas no discretas
- Falla múltiple, dependiente de la decisión de la primera falla
- A priori, probabilidad de fallas
- Costos y valores de decisiones y errores.

b. Tarea de análisis y síntesis:

- Requerimientos sensorios
- Requerimientos de decisión
- Requerimientos físicos.

c. Pasos:

- Máxima aceleración
- Óptima aceleración
- Zona de tolerancia.

d. Iluminación:

- Intensidad
- Contraste
- Dirección
- Color
- Secuencia.

e. Ayuda visual:

- Magnificar
- Contraste
- Fondo del campo.

f. Diseño del lugar de trabajo:

- Antropometría
- Análisis del movimiento

g. Sistemas de organización:

- Avance de información sobre calidad, de producción a inspección
- Retroalimentación de información, de inspectores a ejecución
- Longitud del período de inspección

- Pausas de descanso
- Estímulos extraños
- Posición organizacional del inspector
- Incentivos financieros
- Instrucciones.

h. Adiestramiento:

- Grado
- Tiempo.

i. Medidas de ejecución:

- Tiempos y errores
- Porcentaje de defectos detectados
- Porcentaje de aceptación rechazada
- Tiempos de los movimientos
- Confiabilidad de secuencias de acción.

7. Tareas propias de un adecuado control de la calidad.

7.1. Control de nuevo diseño.

Es el establecimiento y especificación del costo razonable de la calidad, ejecución y estándares que garanticen la confiabilidad en el producto. Incluye la eliminación de las causas de deficiencias en calidad, antes de iniciar la producción formal. Consta de:

- a. Análisis de la funcionabilidad del producto
- b. Pruebas en un ambiente semejante al de su uso
- c. Clasificación de características de la calidad
- d. Establecimiento de niveles y estándares
- e. Estudios de capacidad de los procesos
- f. Análisis de tolerancias
- g. Prototipo de pruebas
- h. Establecimiento de estándares de confiabilidad
- i. Establecimiento de parámetros para el proceso
- j. Desarrollo de estándares de servicio y duración
- k. Trabajo piloto.

7.2. Control de recepción de material.

Es la recepción y almacenamiento, a niveles económicos, únicamente de aquellos materiales cuya calidad concuerda con las especificaciones. Comprende la aceptabilidad de materiales, partes o componentes, que pueden provenir del

exterior o ser fabricados en otras áreas de la planta. Consta de:

- a. Evaluaciones sobre confiabilidad, en uno o varios proveedores, acerca de los planes de los mismos
- b. Exposición clara de los requisitos de calidad
- c. Procedimientos de inspección y pruebas
- d. Implantación de normas de aceptación
- e. Selección de planes económicos de muestreo
- f. Retroalimentación de la inspección de funcionalidad, sea en el proceso o en el producto, positiva o negativa.
- g. Control de inventarios (máximo y mínimo)
- h. Sistemas óptimos de almacenamiento.

7.3. Control del producto.

Es la operación de controles durante el proceso, al final del mismo y del servicio en el uso del producto. Origina la corrección de desviaciones para eliminar la aparición de defectos y así efficientar el campo de acción. Se subdivide en control del proceso (maquinado, partes componentes, final, etc.) y control del producto (empaque, uso, etc.). Las técnicas empleadas son:

- a. Implementación de un plan completo de control durante el proceso y del grado de aceptación en el producto
- b. Estudios de la capacidad del proceso
- c. Proceso y alcance del muestreo
- d. Técnicas de gráficas de control
- e. Control y análisis estadístico
- f. Control y calibración de equipos y accesorios para la información de calidad
- g. Instrucción y adiestramiento de operadores e inspectores
- h. Sistemas de información y análisis de quejas
- i. Análisis de los costos de calidad
- j. Técnicas de servicio en el campo de aplicación.

7.4. Estudios de proceso especiales.

Están formados por la conducción de investigación y de pruebas especiales, a fin de localizar las causas que motivan defectos en el producto y determinar la posibilidad de mejorar las características de calidad. Las técnicas empleadas son aquellas que se aplican en los métodos estándares para otros trabajos de control de calidad.

En la Figura No. 2 se puede apreciar un esquema de las actividades del control de la calidad durante el ciclo de producción, base del análisis anterior.

8. Etapas del control de la calidad.

En la Figura No. 3 se muestra el papel que juega el control de la calidad a través de la planeación, producción y distribución de un producto. Los números al margen izquierdo significan:

- I. Establecimiento de estándares.
 - a. Estándares de calidad
 - b. Métodos de inspección para concordancia y corrección.
- II. Bases para el funcionamiento y confiabilidad del producto.
- III. Estimación de confiabilidad. Aplicación de correcciones necesarias cuando se rebasan los estándares.
- IV. Elaboración de planes de mejoramiento. Esfuerzo continuo de toda la organización para el mejoramiento de estándares de costos, comportamiento y confiabilidad del producto, siguiendo la premisa de que "siempre hay un método mejor".

9. El Control de la Calidad y la Organización.

El control de calidad debe iniciarse con el diseño del producto y no finaliza sino hasta que este llega a las manos del consumidor y lo satisface. Esto es debido a que la calidad del producto se halla afectada a todo lo largo del ciclo industrial, como se indica a continuación, enumerando las principales áreas involucradas:

- 9.1. Mercadotecnia: estima, después de una investigación preliminar, el nivel de calidad que desea el consumidor.
- 9.2. Ingeniería de producto: reduce evaluación del mercado a especificaciones posibles y exactas.
- 9.3. Compras: escoge, contrata y ajusta materiales con los proveedores.
- 9.4. Ingeniería de manufactura: selecciona procesos de producción, maquinaria y equipos adecuados.
- 9.5. Personal de producción y supervisión: Son los responsables directos de la calidad, por lo que su influencia es decisiva en la fabricación.
- 9.6. Inspección: comprueba calidad de conformidad con las especificaciones y a través de pruebas funcionales.
- 9.7. Embarques: influyen embarque y transporte.
- 9.8. Instalación y servicio: aseguran la operación adecuada del producto.

Fig No 2

ACTIVIDADES DEL CONTROL DE LA CALIDAD EN EL CICLO DE PRODUCCION

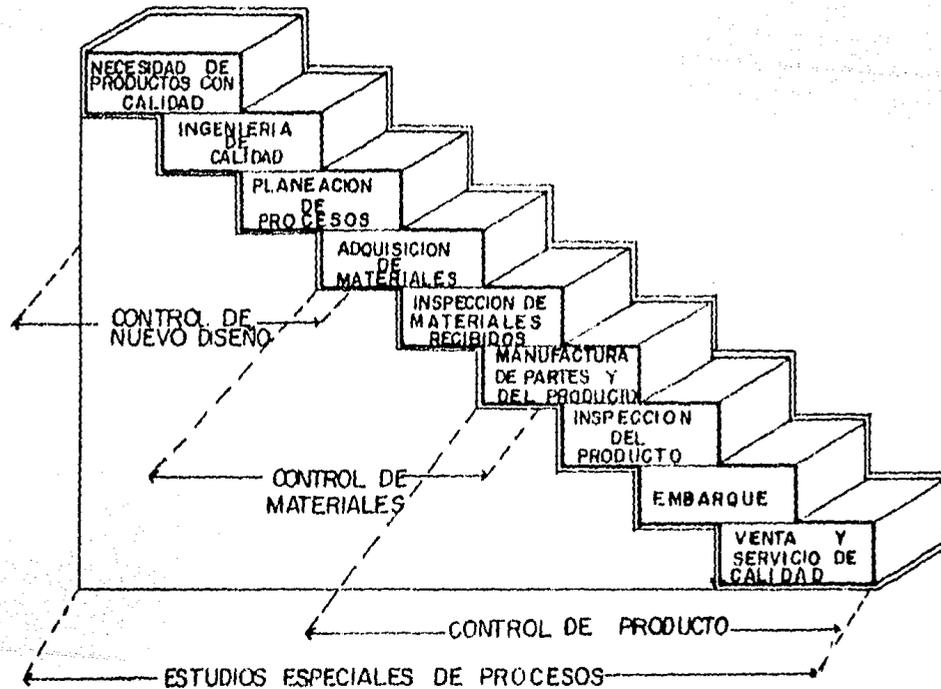
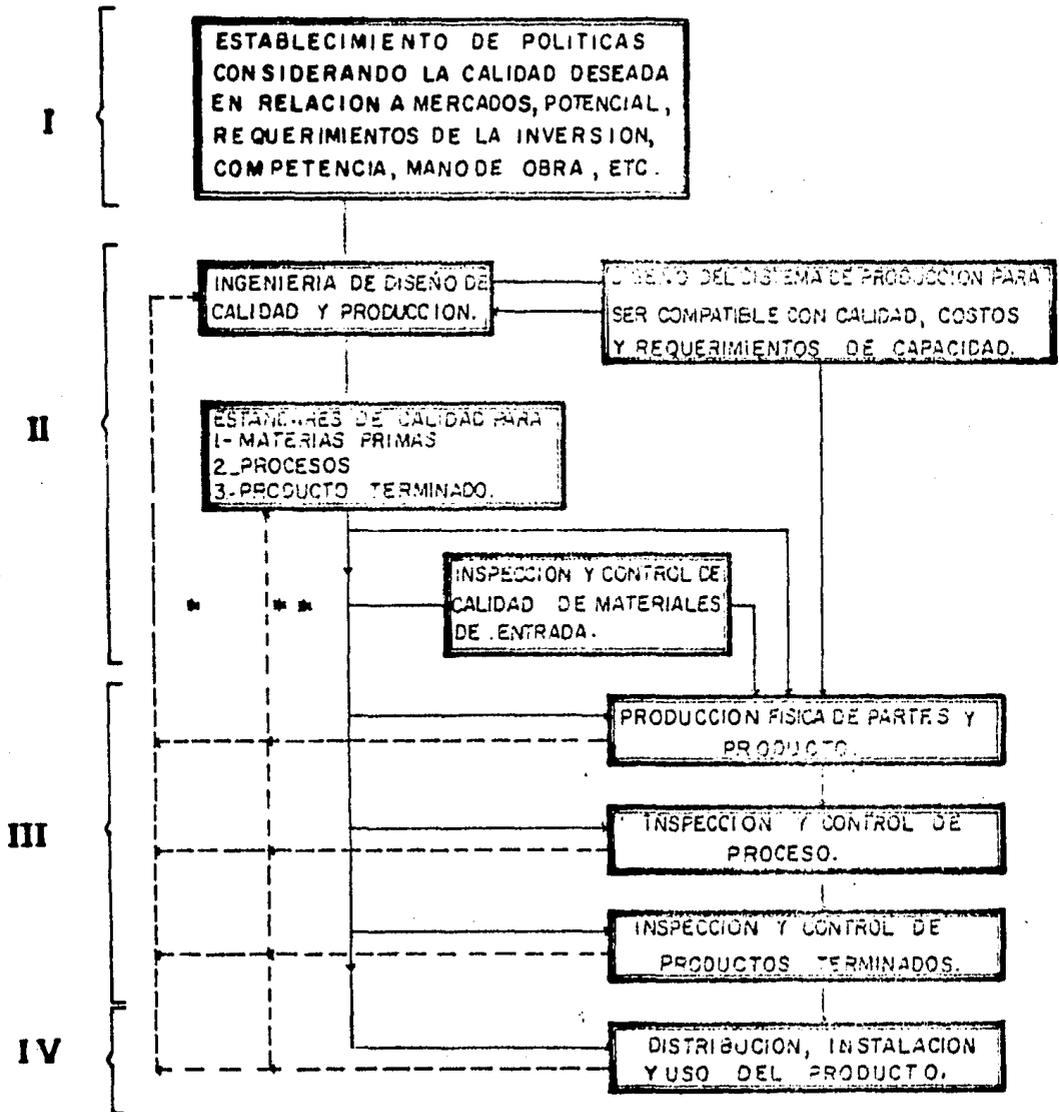


Fig. No. 3.

ESQUEMA DE LA INTERVENCION DEL DPTO, DE CONTROL DE CALIDAD A TRAVES DE LA PLANEACION, PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE UN PRODUCTO.



* INFORMACION PARA REVISION DE DISEÑO DE PRODUCTOS.
** INFORMACION PARA REVISION DE ESTANDARES DE CALIDAD.

En la Figura No. 4 se encuentra una interrelación de funciones de las principales áreas de una unidad administrativa.

10. El Control de Calidad y su situación dentro de la Empresa.

La responsabilidad de la calidad es una función de la Alta Gerencia, la cual delega la misma en la existencia de un centro orgánico que integre, interprete y controle las responsabilidades para implementar mayor efectividad en el control total de la calidad. Este organismo recibe el nombre de Gerencia o Departamento de Control de Calidad, Gerencia Técnica, etc., dependiendo de la estructura de cada Empresa y de los alcances que tendrá el mismo, según el tamaño de esta última.

En la Figura No. 5 se muestra un organigrama general de cualquier empresa manufacturera, donde se indica la posición que debe tener Control de Calidad en la estructura organizacional.

10.1. Requerimientos de Control de Calidad desde el punto de vista organizacional:

- a. La Alta Gerencia debe enfatizar las responsabilidades de todos los empleados en los controles de nuevo diseño, recepción de materiales, de productos y de estudios especiales.
- b. La Gerencia General tiene que reconocer que infinidad de responsabilidades del control se ejercen de una manera más efectiva, cuando se apoyan en una función directiva especializada, cuya área de operación es el control total de la calidad en el trabajo y su única responsabilidad consiste en la seguridad de la calidad de los productos, a un costo aceptable de ella.

10.2. Subdivisión de la función Control de Calidad:

- a. Ingeniería del control. Planea y establece sistemas de trabajo de todo el control de calidad dentro de la planta.
- b. Ingeniería del control de proceso. Instruye en las zonas laborales sobre la aplicación del sistema de control y, de una manera gradual, tiende a sustituir la función policial de la inspección.
- c. Ingeniería del equipo informativo de calidad. Diseña y desarrolla los muestreos de la inspección y de pruebas necesarias para obtener las mediciones adecuadas para el control del proceso. Los resultados obtenidos son sometidos a un análisis para aplicar ajustes y correcciones detectadas.

11. Gerente de Control de Calidad.

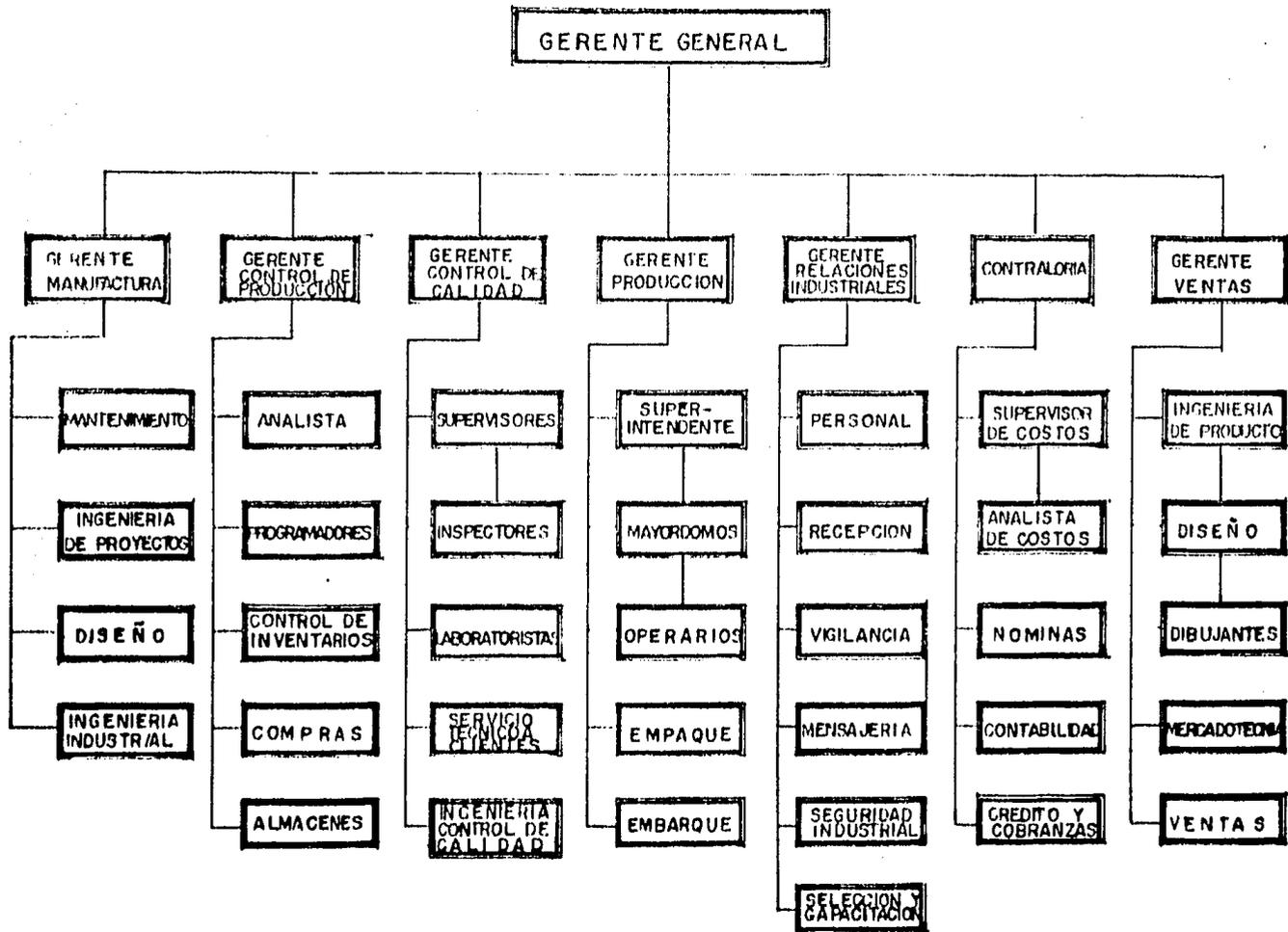
Fig No 4 CARTA DE INTERRELACION DE FUNCIONES DE LA UNIDAD ADMINISTRATIVA APLICADA A LA CALIDAD DEL PRODUCTO

- R = RESPONSABLE
- R' = RESPONSABILIDAD DELEGADA
- D = DEBE CONTRIBUIR
- P = PUEDE CONTRIBUIR
- I = SERA INFORMADO

ACCIONES A EJECUTAR	GERENTE GENERAL	FINANZAS	VENTAS Y MERCADO	ING. DE PRODUCTO	GERENTE PRODUCCION	PLANEACION	COMPRAS	ALMACEN	GERENTE CONTROL CALIDAD	SUPERVISOR DE C.C.	INSPECTOR DE C.C.	LABORATORIO DE C.C.	ING. DE MANUFACTURA	ANALISTA DE C.C.
DETECTAR NECESIDADES DEL COMPRADOR	P		R	I	I				I				P	
INVESTIGACION DEL PRODUCTO	I		R	R	P				D				I	P
DISEÑO DEL NUEVO PRODUCTO	R'		D	R	P	I	P		D					P
ESTABLECER NIVELES DE CALIDAD	R	I	I	D	D	D	I	I	R	D	I	I	D	P
FIJAR ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	R'	I	R	P	R	P	I		R	P	I	I	D	I
FABRICAR PRODUCTO DENTRO DE ESPECIFICACIONES DE CAPACIDAD DE PRODUCCION	I		I	I	R	D		I					D	
CALIFICAR LA CALIDAD DE PROVEEDORES	I	I			P	I	R	P	R	P	P	R	R	R
PLANEAR EL SISTEMA DE CALIDAD	R		D	P	D	R	I		R	R	D	D	D	D
PROCEDIMIENTOS INSPECCION Y PRUEBAS				P	P	R	I		R	D	D	D	I	R
DISEÑAR EQUIPO INSPECCION Y PRUEBAS				D	I	P			R	D	D	D	I	R
ESTABLECER INFORMACION DE CALIDAD			D	D	I	I	D		R	R	I	P	R	R
RECIBIR Y ALMACEN MAT PRIMA Y EMPAQUE	I				D	R	R	D	D	R	D	I	D	
ANALISIS DE MATERIA PRIMA						I	I	I	D	R	D	R	I	R
ALIM. MATERIA PRIMA Y MAT. DE EMPAQUE	I			I		R	R	I	I	D	P		P	
MANTENER EQUIPO EN BUEN ESTADO				I	R				I	I	P	P	R	P
SUPERVISAR CALIDAD DURANTE PROCESO				I	I				R	R	R	D		P
ANALISIS DE PARTES Y DEL PRODUCTO					I				R	R	R	R		R
INSPECCION DEL PRODUCTO FINAL				I	I				R	R	R	R	I	R
COMPILAR LOS COSTOS DE CALIDAD	I	R		I					R	D			I	I
ANALIZAR LOS COSTOS DE CALIDAD	R'	R		I	D				R	D	P		I	I
COLECCIONAR DATOS DE QUEJAS	I	I	R	I	I	I			I	I			I	I
ANALIZAR LAS QUEJAS	I	I	R	I	I	I			R	I			I	I
OBTENER ACCION CORRECTIVA	I		P	I	R	I			R	R	D	D	D	D

Fig No 5

SITUACION DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA EMPRESA



11.1. Responsabilidad principal :

Cumplir con los límites aprobados respecto a objetivos, políticas, programas, presupuestos y procedimientos. Puede delegar algunas porciones de autoridad y responsabilidad, sin por esto, dejar de ser el único responsable.

11.2. Planeación.

- a. Difundir entre sus subordinados los objetivos, políticas y presupuestos de la Compañía.
- b. Formular el programa global del control de la calidad: objetivos, políticas, planes, organización, programas, estándares, procedimientos, técnicas y evaluación de los componentes del control de la calidad y, mediante su aprobación, llevarlos a cabo.
- c. Proporcionar y distribuir entre el personal, programas tendientes a la promoción del espíritu de calidad, a través de la capacitación de ellos.

11.3. Organización.

- a. Forjar una estructura sólida para la ejecución de las actividades de los integrantes de su área.
- b. Evaluar adecuadamente los puestos para la fijación de salarios e incentivos.

11.4. Integración.

- a. Establecer las funciones de los elementos de control de calidad y dotarlos con personal capacitado, delegando la autoridad y responsabilidad necesarias. Instruir, aconsejar y revisar el trabajo de las unidades y de sus órganos.
- b. Obtener los recursos materiales necesarios para el desarrollo de las funciones a su cargo.

11.5. Dirección y control.

- a. Obtener del elemento humano a su cargo una clara aceptación de su responsabilidad, jerarquía y los límites de su autoridad, promoviendo el esfuerzo por un bien común.
- b. Establecer medidas del rendimiento de las cabezas de unidades, de sus subordinados y de algún otro personal componente de su grupo, a fin de informar acerca de su progreso.
- c. Analizar y evaluar el progreso de sus elementos, de acuerdo con los estándares establecidos y tomar las medidas de acción necesarias.
- d. Mantener contacto con las unidades de mercado para conocer detalladamente las características de un nuevo producto.

- e. Mantener contacto con los proveedores para asegurar que sus productos cumplan con especificaciones.
- f. Laborar con los supervisores de costos, para que estos sean fácilmente analizados y controlados.

11.6. Funciones específicas (auxiliado por el personal a sus órdenes):

1. Recomendación de objetivos y metas de calidad realizables por la Empresa
2. Revisión de diseños de productos respecto a la posibilidad de producirlos con calidad
3. Revisión de la ingeniería de prototipos
4. Establecer, en compañía del personal de Ventas y Mercadeo y los ingenieros de producción, los estándares de calidad
5. Pugnar por la normalización de la operación de la maquinaria
6. Planear los procedimientos de calidad requeridos para controlar el producto y los procesos
7. Determinar la importancia relativa de las características de los materiales comprados y los niveles de calidad exigidos.
8. Establecer medios y procedimientos para que los controles y accesorios de la producción sean adecuados a la calidad, desde sus inicios.
9. Determinar las medidas de la calidad, por medio de estudios, gráficas de control y otros medios estadísticos
10. Establecer los índices progresivo, periódico y continuo de la calidad de salida del producto, incluyendo la vida, confiabilidad y evaluaciones a que den lugar las circunstancias ambientales.
11. Distribución adecuada de los informes de calidad
12. Análisis de los costos de calidad
13. Desarrollar los planes de certificación de la calidad del producto
14. Analizar las quejas y fallas del producto, identificando las causas fundamentales de ellas
15. Desarrollar programas para la orientación y capacitación sobre control de calidad a todo el personal de la Empresa
16. Iniciar y desarrollar medios eficientes para comunicar a la Gerencia y elementos interesados, el estado corriente de la calidad del producto
17. Formular y distribuir manuales sobre calidad
18. Diseñar, construir y probar, o seleccionar en su caso, el equipo destinado a la inspección y las pruebas
19. Planear el mantenimiento y calibración del equipo de prueba

20. Estudiar la mecanización y automatización de los instrumentos de medida y control integrados al equipo de producción.
21. Evaluar la efectividad del plan de calidad según niveles prefijados.
22. Planear programas de revisión y sostenimiento de estándares de calidad.
23. Planear los sistemas de calidad provisionales, para casos urgentes.
24. Dar consejo y ayuda en la solución de problemas relativos a la calidad.
25. Ayudar a reducir costos en calidad y pérdidas en fabricación.
26. Idear pruebas especiales para mejorar el producto.
27. Diseñar sistemas para verificar las pruebas del laboratorio, mediciones y análisis del proceso.
28. Investigar las causas por las cuales los materiales y los productos no concuerdan con las especificaciones.
29. Mantener contacto con los consumidores, sea personalmente o a través de Ventas.
30. Analizar productos desechados o devueltos.
31. Participar en reuniones sobre calidad, para unificación de criterios, con otras compañías competidoras.
32. Asegurarse que la compra y mantenimiento del equipo y maquinaria cumpla con los requisitos necesarios para generar calidad.
33. Mantener contacto con los proveedores y sus encargados de control.
34. Cooperar con los ingenieros de producción para determinar la capacidad de los procesos y equipos.
35. Conservar registros de las mediciones e información de inspección.
36. Alentar los conocimientos sobre calidad.
37. Proporcionar reglas y prácticas que atañen a la seguridad industrial y a la calidad, desde el diseño, la operación, inspección y embarque.
38. Planear los trabajos de inspección y pruebas, tanto sobre los materiales adquiridos como en el proceso.
39. Planear procedimientos de auditoría sobre calidad.

12. La Estadística en el control de calidad.

Podemos definirlo como un método científico de análisis de datos, aplicado a la situación del proceso o cualquier otro punto de la operación, por medio del cual, gracias a medios probabilísticos, se podrá encontrar una solución satisfactoria para optimizar la calidad.

12.1. División del control estadístico de la calidad:

- a. Control: el camino que se busca para proceder satisfactoriamente
- b. Estadística: con la ayuda de números o datos
- c. Calidad: estudio de las características del proceso.

12.2. Ambito de acción:

- a. Aplicable a problemas de ingeniería.
- b. Aplicable a problemas de operación.
- c. Aplicable a problemas de inspección.

12.3. Dirigido a:

- a. Una simple máquina, pieza o elemento de una máquina.
- b. Un simple ser humano o un simple movimiento ejecutado por el mismo.
- c. Una pieza de equipo de experimentación.
- d. Un método de medida o calibración.
- e. Un grupo de muchas máquinas.
- f. Un grupo de seres humanos.
- g. Una combinación de seres humanos, máquinas, materiales, métodos y piezas de equipos.

12.4. Técnicas estadísticas.

- a. Distribución de frecuencias: tabulación del número de veces que una característica de calidad ocurre dentro de las muestras examinadas:
 - Calidad media
 - Dispersión de los elementos de la muestra
 - Contraste comparativo de la calidad con los requisitos específicos.
- b. Gráficas de control (o cartas de control): comparación gráfica de las características actuales del producto o proceso. En orden cronológico, indican cual es el estado de la producción.
- c. Tablas de muestreo: resúmenes periódicos que representan la relación probabilística que existe entre el lote completo y las muestras tomadas del mismo.
- d. Métodos especiales: Análisis de tolerancia por medio de correlación y Análisis de Varianza. Empleados en análisis de diseño, problemas de proceso y diseño de experimentos (para el estudio del efecto de un conjunto de variables simultáneas o para explorar lo desconocido de las causas).

12.5. Formas del Control Estadístico de la Calidad.

- a. Muestreo de aceptación.

En el caso simple de muestreo por aceptación, se maneja alguna muestra casuística de algún tamaño (n), del lote total (N) y decidimos el rechazo o la aceptación del lote basados en la muestra. Existen también procedimientos para muestreo de aceptación en paralelo, para situaciones donde únicamente clasificamos partes como buenas o defectuosas (muestreo por atributos) o donde hacemos una medición actual de cualquier clase, la cual indica cuan buena o mala se encuentra una parte (muestreo por variables).

La diferencia entre muestreo de aceptación y las cartas de control (que se verán posteriormente), es que estas últimas son elaboradas para controlar la calidad de lo que se está produciendo en el momento, mientras que los primeros se elaboran para controlar la calidad de lo ya producido, cuando pasó un punto de control, o de inspección.

En general, el muestreo de aceptación es apropiado cuando:

1. Las pérdidas posibles por pasar lotes defectuosos no son considerables y, por el contrario, el costo de la inspección es relativamente alto. En la situación límite, esto puede significar una inspección parcial.
2. La inspección requiere la destrucción del producto.
3. Existe alguna clase de manejo del producto que pueda inducir a defectos, o cuando la fatiga física o mental en alguna medida, es un factor importante en la inspección.

b. Muestreo por atributos.

En la inspección de muestreo por atributos, se hace uso de algún grado de criterio para aceptación o rechazo del producto. Los métodos estadísticos empleados aquí, están basados en distribuciones tales como la distribución binomial o la distribución de Poisson.

Un ejemplo del muestreo por atributos es la inspección por doble muestreo, que tiene las siguientes ventajas:

1. Posible reducción en la cantidad total de inspección requerida; esto ocurre cuando la muestra inicial es más pequeña que la requerida por un plan simple de muestreo.
2. Existe la oportunidad de una segunda revisión.
3. Bajo costo de inspección para un nivel dado de protección.
4. Un plan adecuado de muestreo podrá especificar un tamaño de muestra, con un promedio de aceptación superior y uno inferior.

5. Los niveles de tolerancia se logran frecuentemente especificar sobre medidas (de partes, dimensiones, contenido químico, etc.), por lo que se integran a un muestreo por variables.

c. Muestreo de aceptación por variables.

Aquí se hacen, registran y analizan mediciones específicas de alguna variable del producto o del proceso, un lugar de una clasificación de partidas como buenas o malas. Esta diferencia en procedimiento cambia los detalles al realizar un plan, puesto que su objeto es mantener estas variables o desviaciones bajo control, dentro de límites razonables: especificaciones de calidad y riesgos de producción aceptables, mínima calidad aceptable a riesgo del consumidor, etc.

En este caso de muestreo por variables, la distribución estadística resultante es una distribución normal. También cambian conceptualmente los métodos de inspección, aunque se mantienen las ideas básicas sobre el control de calidad de salida.

El poder de distinción de un plan, es representado por una curva, la cual muestra la probabilidad de aceptación para diferentes niveles de calidad actual o instantánea presentada para el plan.

d. Cartas de control.

Las cartas o gráficas de control son aquellas gráficas donde se representan las mediciones efectuadas que, si no están comprendidas dentro de límites que se pueden considerar "normales" o permisibles, permiten observar las desviaciones presentes y su distancia o alejamiento de la norma. Esta es una forma preventiva del control de la calidad, debido a que las señales de aviso de que se están produciendo algunas causas que pueden originar partes defectuosas aumentan, aunque la desviación puede seguir dentro de los límites de la especificación. Al primer signo de problemas, prevenimos la producción de un mayor número de desechos, con lo cual salvamos el costo de inspecciones subsecuentes.

En general, las variaciones que ocurren en un proceso industrial, forman parte de dos categorías:

1. Variabilidad no controlable u ocasional, que comprenden todas aquellas causas indeterminables debidas al azar y regidas por leyes inmutables llamadas "leyes del azar". Estas merecen, en muchos casos, la designación de naturales, ya que se deben a la naturaleza misma -

del fenómeno, a la imperfección de nuestros conocimientos o a los aparatos de medición; por cualesquier causa, siempre se encontrarán presentes en todo fenómeno y no se pueden eliminar, solamente con una tecnología excelente, aplicada cuidadosamente y auxiliada por la técnica estadística.

2. Variabilidad controlable, que comprende todas las causas determinables e identificables (asignables) y que provienen de los mismos factores de la producción:
 - Diferencias entre trabajadores
 - Diferencias entre máquinas
 - Diferencias entre materiales
 - Diferencias debidas a la interacción de algunos de estos factores.

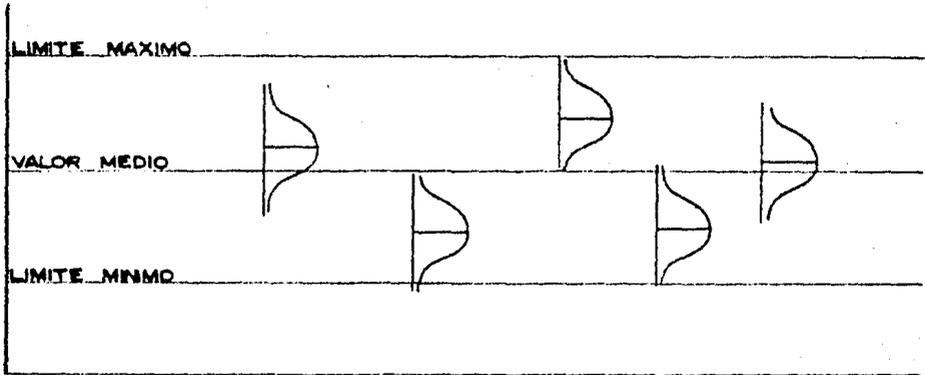
Las cartas de control son las que se utilizan para el control de estas últimas. Cuando la producción sea estable, únicamente influenciada por la dispersión inherente, la curva se mantiene dentro de la zona de los límites de control (Figura No. 6-a). Pero se puede dar el caso de que aún cuando la curva de dispersión se mantenga con la misma amplitud, el valor central de la dispersión se vaya alejando de la media de especificación hacia uno de los límites de control (Figura No. 6-b), denotando esto una causa asignable que trae como consecuencia la producción de elementos fuera de especificaciones (falta de control); pero también ocurre que vaya aumentando la amplitud de la dispersión, presentando curva más y más tendidas o abiertas (Figura No. 6-c), de tal manera que sus extremos se salen de uno o ambos límites de control, prueba evidente de que alguna causa está alterando la distribución inherente al proceso, por lo que se requiere una investigación para eliminar esa causa y volver la producción bajo control.

Las gráficas de control pueden clasificarse con arreglo a las características de las variables que se están ensayando y su significado. Las más usuales en el control de la calidad son:

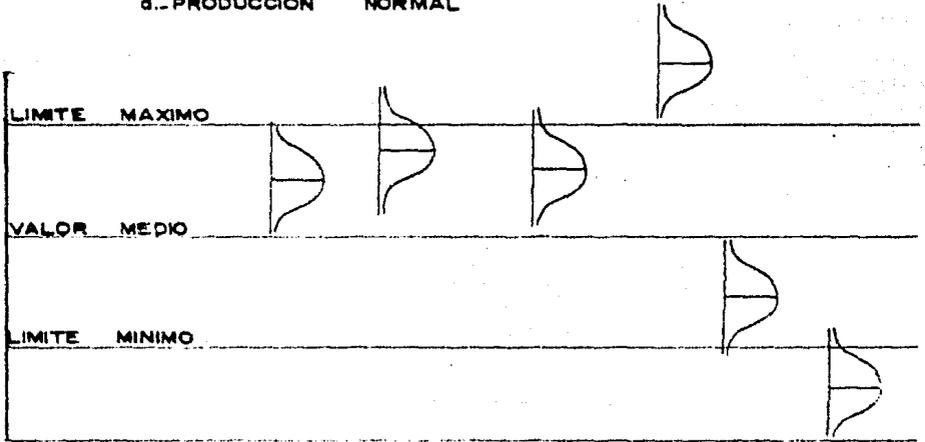
1. Gráfica de promedios de mediciones en la muestra; estas gráficas de control se llaman "gráfica \bar{x} "
2. Gráfica de las diferencias entre el valor máximo y el mínimo de las mediciones en la muestra, llamada "gráfica R".

Figura n. 6

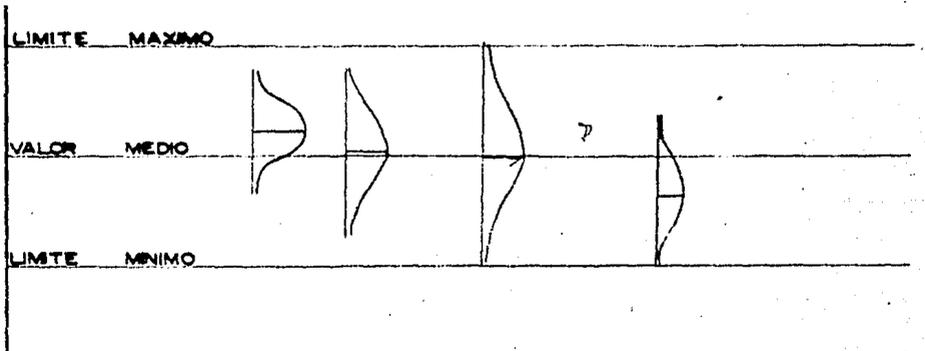
GRAFICAS DE CONTROL



a.- PRODUCCION NORMAL



b.- PRODUCCION CON TENDENCIA A LOS LIMITES



c.- PRODUCCION CON DEMASIADA DISPERSION

3. Gráfica de los porcentajes de los defectos en la muestra; se le llama "gráfica p".
4. Gráfica del número de defectos en la muestra, llamada "gráfica c".

13. Recopilación de datos.

Para el análisis eficaz de los datos, es muy importante planear adecuadamente la recopilación de datos, de manera que se adapten al método de análisis que se proyecta. Los factores que se deben tomar en cuenta en este punto, requieren de dos canales de información:

- 13.1. Información de los aspectos técnicos del producto o proceso bajo estudio.
- 13.2. Información de las herramientas estadísticas que se utilizarán.

Estos factores, son, entre otros, los siguientes:

- 13.3. Cantidad de datos necesarios para ofrecer la precisión requerida en el resultado. Se deben evitar la toma de datos en exceso, que aparte de ser más costoso, evita confusiones.
- 13.4. Grado de precisión que se ha de emplear: recoger la clase de datos convenientes; seleccionar la sensibilidad adecuada de medida.
- 13.5. Planear el método estadístico más eficaz para analizar los resultados.
- 13.6. Conservar y registrar perfectamente el orden de las observaciones.
- 13.7. Selección de los subgrupos racionales, o sea la elección de muestrear al azar, o si se han de tomar las piezas a intervalos espaciados igualmente (periódicos), sincronizados con el ritmo de la producción.

Capítulo 3. PLANEACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.

En la industria del concreto premezclado, el control de calidad es muy importante, - ya que el producto está sujeta a Normas Oficiales Mexicanas muy rígidas y los consumidores, directa o indirectamente, vigilan la observancia de ellas muy de cerca.

Aquí, se puede decir que no existe el control de nuevo diseño que otras industrias sí tienen y lo necesitan, ya que el producto esencialmente es uno solo (con ciertas diferencias no importantes) y no tiene una significativa variación por Empresa, por tipo de proceso de fabricación o por uso. Así, con el solo hecho de cumplir las NOM, se logra dar al consumidor un excelente producto que satisface sus necesidades. De tal forma que el objetivo de un sistema de control de calidad de una Empresa productora de concreto premezclado es:

OBJETIVO

Programar, coordinar y controlar esfuerzos técnicos y recursos para el Control de Calidad del Concreto Premezclado, con el fin de hacer posible su fabricación según las Normas Oficiales Mexicanas establecidas.

METAS GENERALES.

1. Materias Primas. Controlar desde su recepción en planta, mediante pruebas rápidas e indicativas de aceptación, todos los materiales componentes del concreto, así como sus inventarios.
2. Proceso. Hacer en forma rápida un mínimo de pruebas necesarias, con la oportunidad que se requiera, que permitan hacer correcciones o dar instrucciones para mantener la producción tan uniforme como sea posible.
3. Producto. Verificar, tanto en concreto fresco como en concreto endurecido, la calidad del mismo, mediante un mínimo de pruebas que proporcionen información oportuna y confiable y que aseguren el cumplimiento de las normas.
4. Resultados. Utilizar dicha información para retroalimentar al sistema y lograr realizar modificaciones o tomar decisiones que tiendan a optimizar la calidad y costo de la producción, según el control estadístico.

FUNCIONES A REALIZAR EN CADA UNA DE LAS PLANTAS.

1. Materias Primas.

Como vimos anteriormente, el cemento se almacena en silos metálicos herméticos y se reciben en tolvas neumáticas y los agregados (arena y grava), se reciben en cajas remolques con 22 m³ de material y se amontonan con trascavo, procurando formar un cono.

- 1.1. Se tomará una muestra diaria de cemento directamente de la tolva neumática - de transporte, abriendo las compuertas de carga de la misma; se enviarán diariamente al laboratorio.
- 1.2. En las tablas I y II, se muestran las pruebas que se le hacen al cemento, el tiempo utilizado en ellas, la probabilidad de incidencia y el efecto que tienen las variables sobre el producto terminado.
 - a. De estas variables, solamente analizaremos en forma diaria: la consistencia normal, el falso fraguado y la finura.
 - b. Las otras pruebas se realizarán quincenalmente.
- 1.3. En los agregados tomaremos diariamente una muestra "compuesta" (NOM-C--30), que es la que se hace tomando porciones aproximadamente iguales a diferentes niveles y directriz del almacén, como se indica en la Figura No. 7, y luego se mezclan, formando así una muestra representativa del almacén.
- 1.4. A esta muestra compuesta se le reduce su tamaño utilizando el método de cuarteo, sea manual o mecánico, como lo señala la NOM-C-170.
- 1.5. Una vez cuarteado el material muestreado, se le hacen las determinaciones indicadas en las Tablas I y II mencionadas anteriormente.
 - a. De ellas analizaremos diariamente, en el laboratorio central: granulometría, peso volumétrico, densidad, absorción y humedad.
 - b. De otra muestra cuarteada, en las plantas de campo se determinará, diariamente, sólo la granulometría, detectando a simple vista la humedad y las contaminaciones. En caso de tener dudas, solicitar un análisis completo de la muestra.
 - c. Las demás variables se analizarán semanalmente.
- 1.6. Asimismo, cada recepción de material se deberá verificar ocularmente, en el momento de la descarga de la caja metálica, para detectar anomalías. En el caso de que así se considere, tomar una muestra simple (la que se hace de una sola vez, según la NOM-C-30), que se enviará al laboratorio central.
- 1.7. En caso de recibir agregados de otra mina distinta a la que normalmente provee en la medida de lo posible, descargar el material por separado del almacén y tomar una muestra compuesta, para análisis completo.
- 1.8. Puesto que el almacén de agregados es un montón de material equivalente en -

Tabla 1. Características de los componentes del concreto que afectan su calidad.

COMPONENTE	CAUSA ASIGNABLE	PROBABILIDAD DE INCIDENCIA	CONSECUENCIAS
C E M E N T O	Control deficiente en su fabricación	Posible en cualquier marca	En ocasiones, graves, si no se detectan a tiempo
	Alternar el uso de diferentes tipos o marcas	Cuando hay gran demanda del mercado del concreto o escasez del producto	Variaciones considerables si no se previenen oportunamente
	Contaminaciones de tipos o marcas	Por insuficiencia de almacenamiento	Resultados aislados fuera del patrón de producción
	Temperatura alta	Cuando la demanda es grande y no reposa en silos	Resta eficiencia a algunos aditivos y ocasiona problemas de fraguado, trabajabilidad y resistencia.
	Mala sanidad	Cuando se consume de inmediato por insuficiencia de almacenes	Problemas de resistencia y expansión, concretos en medios húmedos
	Falso fraguado	Cuando en la fábrica no se controla la humedad del yeso	Fraguado inmediato a la descarga si no se adoptan medidas apropiadas
	Sales indeseables en exceso	Cuando, sin estudio ni tratamiento previo, se emplean las de corrientes o depósitos naturales	Variaciones en la trabajabilidad y en el fraguado
A. G U A	Exceso de materia orgánica	Cuando, sin estudio ni tratamiento previo, se emplean las de corrientes o depósitos naturales	Variaciones de resistencia, en algunos casos, considerables
	Temperatura alta o baja	En climas extremos	Aceleración o retardo del fraguado y variaciones de la trabajabilidad

COMPO- NENTE	CAUSA ASIGNABLE	PROBABILIDAD DE INCIDENCIA	CONSECUENCIAS
A	Variaciones notables en la forma de la partícula	Con materiales del mismo origen, pero de diferentes minas, o de origen diferente	Problemas de sangrado, variaciones de plasticidad y resistencia
R	Diferencias notables en la granulometría	Con materiales del mismo origen, pero de diferentes minas, de origen diferente o por almacén inadecuado	Variaciones de plasticidad y de resistencias
E	Falta de uniformidad	Con materiales de diferente origen, diferente mina o almacén inadecuado	Variaciones de trabajabilidad y de resistencia
A	Contaminaciones (limos, arcillas, materia orgánica y partículas suaves)	Por explotación o almacenamientos inadecuados	Variaciones de resistencia con resultados fuera del patrón de producción
Y	Contaminaciones de tamaño	Por deficiencias de procesamiento en las minas o por almacenamiento inadecuado	Variaciones de requerimientos de agua, de trabajabilidad y de resistencia
G	Exceso de polvo	Cuando no se procesan	Variaciones de requerimientos de agua; afectan la adherencia y la resistencia
R			
A	Variaciones en el contenido de humedad	Es muy frecuente y común, pero es crítica en época de lluvias	Variaciones en fluidez y resistencia, considerable, en algunos casos
V			
A	Alta temperatura	En climas calurosos y con almacenamiento a la intemperie	Variaciones de requerimientos de agua, tiempo de fraguado y disminución de resistencia por microagrietamiento

Tabla I. Características de los componentes..... (continuación) Hoja 3 de 3

COMPO- NENTE	CAUSA ASIGNABLE	PROBABILIDAD DE INCIDENCIA	CONSECUENCIAS
A D I T I V O S	Control deficiente en su elab <u>o</u> ración	Posible en cualquier marca	Pueden ser considerables en resistencia, trabajabilidad, fluidez, etc
	Considerables variaciones de concentración	Por falta de limpieza de tanques o cuando no se cuenta con el equipo para mantenerlo homogéneo	Pueden ocasionar resultados fuera del patrón de producción
	Temperatura	En climas extremosos	Efectos y variaciones en trabajabilidad y resistencia no previstos

Fig No 7

MUESTREO DE MATERIAL ALMACENADO

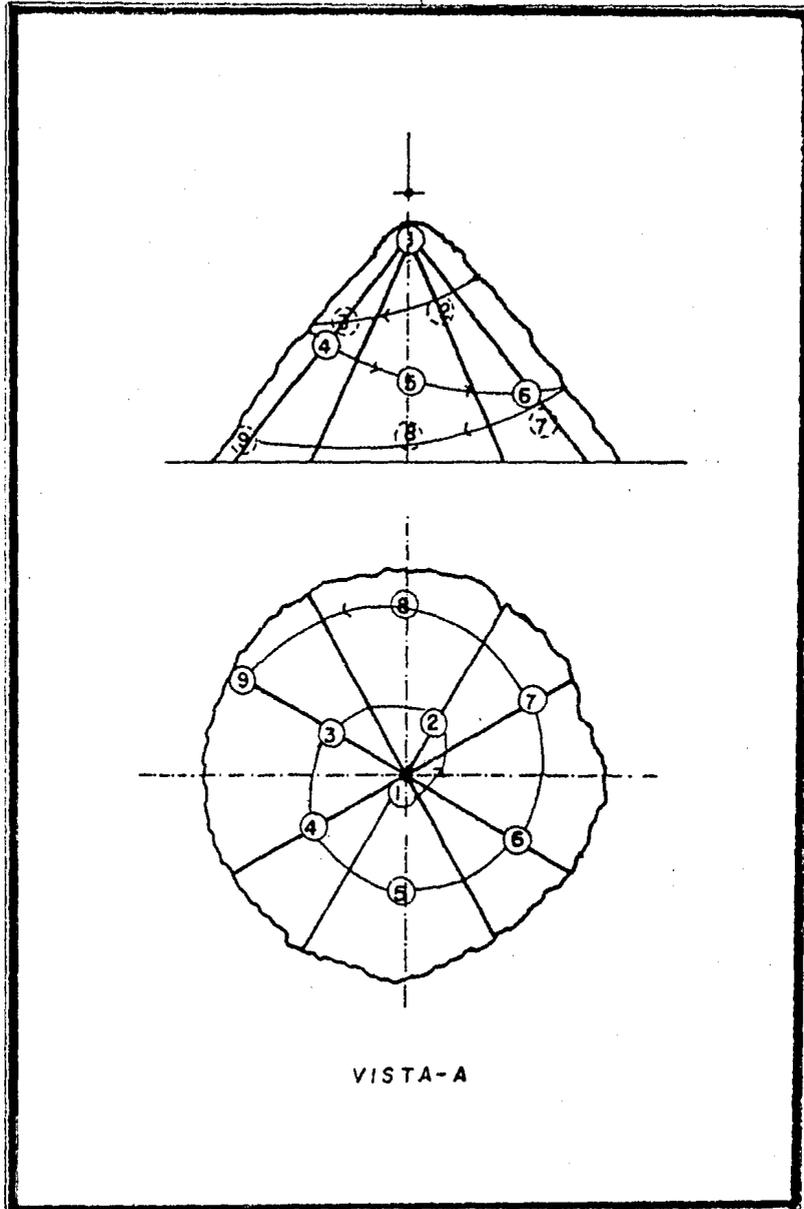


Tabla II. Importancia y tiempo aproximado de duracion de las pruebas a que se someten los componentes del concreto

COMPO- NENTE	PRUEBA	INFORMACION QUE APORTA	TIEMPO
C E M E N T O	Consistencia normal	Sobre los requerimientos de agua y el falso fraguado	15 min máx.
	Tiempo de fraguado	Sobre la velocidad de hidratación y el tiempo aproximado de endurecimiento	4.5. horas máx.
	Falso fraguado	Confirma la existencia de este fenómeno	15 min máx.
	Finura con aparato de Blaine	Sobre la calidad de la molienda, requerimientos de agua, velocidad de hidratación, fraguado y adquisición de resistencia	15 min máx.
	Sanidad acelerada en autoclave	Pone de manifiesto la presencia de óxido de calcio o magnesio y la posibilidad de desintegración por expansión del concreto	30 horas máx.
	Ensaye acelerado de resistencia	Resistencias relativas correlacionables con resistencias reales	36 horas máx.
ARENA Y GRAVA	Forma de la partícula	Porcentaje de partículas planas y alargadas; textura superficial; posible requerimiento de agua y plasticidad del concreto	2 horas máx.
	Análisis granulométrico	Variaciones de graduación; porciento de contaminación; contenido aproximado de polvo; posibles requerimientos de agua	30 min. máx.
	Peso volumétrico	Variaciones de graduación, composición y forma de partículas, grado de intemperismo o contaminación y posibles cambios de calidad	15 min máx.

Tabla II . Importancia y tiempo aproximado..... (continuación) Hoja 2 de 2

COMPO - NENTE	PRUEBA	INFORMACION QUE APORTA	TIEMPO
A	Densidad y absorción	Cambios de calidad, grado de intemperismo, va- riaciones en los requerimientos de agua	2.5. horas máx.
R E	Contenido de polvo por lavado	Posibles requerimientos de agua; falla en adhe- rencia; posibles modificaciones a la contracción, el sangrado, la impermeabilidad y resistencia	3 horas máx.
N A	Contenido de partículas ligeras	Posibles cambios del control de contenido de agua y de la resistencia, dentro de cierto rango	30 min máx.
Y	Contenido de grumos de ar- cilla en partículas delezna- bles	Posibilidades de microagrietamiento; fallas; varia- ción de requerimientos de agua y de resistencia	40 min máx.
G	Contenido de limos y arcil- las	Posibilidades de microagrietamiento; variaciones de requerimientos de agua y resistencia	1 hora máx.
R A	Contenido de materia or- gánica	Posibilidad de variaciones en resistencia fuera del patrón de producción	24 horas máx.
V	Contaminación de tamaños	Posibilidades de variaciones en los requerimien- tos de agua, plasticidad y resistencia	15 min máx.
A	Contenido de humedad	Sobre los requerimientos de agua, las variaciones de fluidez y resistencia	30 min máx.

cantidad, a varios días de producción, es necesario que se homogenice una -- parte de dicho montón, formando un "lote de materiales" que se utilizará en el programa de producción del día siguiente. Es de este lote de donde se obtendrá la muestra diaria .

- 1.9. Cuando se pretenda cambiar de mina proveedora, se deberá ir a ella y tomar una muestra del material que produce o que tiene almacenado, para realizar un análisis completo.
- 1.10. En caso de existir contaminaciones en los almacenes de arena o grava, o cuando se "limpie" el piso de la planta con el trascavo (sobre todo cuando este no es de asfalto o concreto, sino de tierra), o cuando se termina el almacén, normalmente aparecen mezcladas arena y grava factibles de ser utilizadas. Esta mezcla se deberá amontonar por separado; se tomará una mezcla compuesta y se analizará, haciendo las correcciones necesarias en la formulación del concreto para poder ser utilizada.

En la práctica, se va agregando en poca cantidad al concreto de resistencia baja ($f^{\prime}C = 100 \text{ Kg/cm}^2$), que es un concreto muy "pobre" en cemento que se utiliza normalmente para "plantillas" (nivelación del terreno, sobre el que irá la losa de cimentación) y del cual no se lleva control del producto.

- 1.11. Mensualmente se toma una muestra de agua y se manda analizar su dureza, - cloruros y materia orgánica en suspensión. En la tabla I se observan las variables que intervienen en el agua, su probabilidad de incidencia y las consecuencias que acarrearán al concreto.
- 1.12. Las muestras de cemento, arena y grava se enviarán diariamente al Laboratorio Central, donde se controlarán por número progresivo para cada planta, utilizando la clave 1 P, 2 P y 3 P para las plantas 1, 2 y 3 respectivamente, seguido del número. Asimismo, se controlará el avance de su análisis con tarjetas de colores, atadas al costal de la muestra, como sigue:
 - a. Amarilla, para la muestra que se acaba de recibir
 - b. Azul, para aquella que se está trabajando
 - c. Verde, para indicar que la muestra ya está analizada y que ya se puede almacenar o regresar al montón.
- 1.13. Se deberán almacenar, en el Laboratorio Central, tres kilogramos de muestra, provenientes de último o penúltimo cuarteo, únicamente durante 30 días, para el caso que se quiera realizar otra vez el análisis, según los resultados de las pruebas del concreto que se fabricó con estos materiales.

NOTA. Se observa que se tienen mayor cantidad de acciones en los agregados que en el cemento por lo siguiente:

- a. El cemento es un producto elaborado en fábricas con un alto grado de control de calidad (también exigido por Normas Oficiales), por lo que únicamente se hacen algunas pruebas de verificación.
- b. Las minas de agregados no tienen un buen sistema de control, independientemente de que el banco de explotación puede tener variaciones.
- c. El almacén de agregados es a cielo abierto y su manejo es a grandes volúmenes y, hasta cierto punto, rudimentario.
- d. Por las mismas razones del inciso a. de esta nota, no se realizan pruebas exhaustivas de los aditivos.

2. Proceso.

En la Tabla III se indican algunas variables del equipo de proceso, con su probabilidad de incidencia y los efectos que tienen en el concreto.

- 2.1. Puesto que el proceso es muy simple y muy rápido: pesar los materiales, descargar primero el agua, luego parte de los agregados, después todo el cemento junto con el resto de los agregados y al final el aditivo, solamente se verificará el trabajo del pesador en forma esporádica.
- 2.2. Las tolerancias aceptadas en el material ya pesado dentro de las básculas, son las siguientes (NOM-C-155) :
 - a. Cemento..... \pm 1 %
 - b. Arena y grava \pm 3 %
 - c. Agua \pm 1 %
 - d. Aditivo \pm 3 %
- 2.3. Por ser el almacén de agregados a cielo abierto, se encuentra sujeto a las variaciones climáticas (sobre todo en época de lluvias), así como porque el análisis de humedad del material no es lo suficientemente rápido y la producción de concreto ya es necesario obtenerla (se debe empezar a surtir temprano para poder sostener el ritmo de la programación de ese día), en la práctica se debe realizar un ajuste de agua en la primer olla producida en el día como sigue:

Se pesa menos agua que la indicada por la fórmula y se mezclan más minutos de los normales (la NOM-C-155 indica que una mezcla total de concreto en camión revolvedora requiere de 70 a 100 revoluciones totales, a la velocidad de mezclado, que es de 10 a 12 rpm del trompo mezclador). Después de obser-

Tabla III . Características del equipo de dosificación, mezclado y transporte que afectan la calidad del concreto

<u>CONCEPTO</u>	<u>CAUSA ASIGNABLE</u>	<u>PROBABILIDAD DE INCIDENCIA</u>	<u>CONSECUENCIAS</u>
EQUIPO DE DOSIFICACION	Sistema de medición heterogéneo	En plantas en las que los materiales se pesan y agua y aditivo se dosifican por volumen	Variaciones de volumen, fluidez y resistencia, en algunos casos considerables
	Sistema de medición impreciso	Por falta de mantenimiento, calibración o errores del mismo	Variaciones sistemáticas de volumen, trabajabilidad y resistencia, en algunos casos, considerables
	Operación defectuosa	Cuando el equipo auxiliar no es el apropiado o el personal es inexperto o ineficiente	Variaciones en cualquiera de las características del concreto, que se reflejan en la resistencia
EQUIPO DE MEZCLADO	Orden de carga	Cuando ésta depende del operador	Generalmente son de poca importancia cuando el equipo de mezclado es eficiente
	Sobrecarga	Poco frecuente	Variaciones de poca importancia
	Velocidad de mezclado	Por variaciones de corriente o falta de mantenimiento	Ninguna variación, por lo general
	Acumulación de mezclas	Cuando se mezcla en planta con equipo de poca capacidad	Ninguna variación, por lo general
	Variaciones en el tiempo de mezclado	Cuando lo controla el operador y las distancias de acarreo son notablemente diferentes de olla a olla	Variaciones de resistencia notables en algunos casos

Tabla III . Características del equipo de (continuación)

CONCEPTO	CAUSA ASIGNABLE	PROBABILIDAD DE INCIDENCIA	CONSECUENCIAS
EQUIPO	Sobrecarga	Poco frecuente	Derrames durante el tránsito; variaciones de poca importancia
DE	Poca eficiencia en el agitado o mezclado	Por falta de limpieza y mantenimiento preventivo y desgaste de las espas	Variaciones considerables de la resistencia cuando el mezclado se realiza en tránsito
TRANSPOR	Aumento del contenido de agua en tránsito	Por error del operador o falta de mantenimiento de la olla (fugas)	Aumento de revenimiento y reducción de resistencia, en algunos casos, considerables
TE			

var la mezcla se agrega el ajuste de agua, perfectamente medida, y se vuelve a mezclar. En las siguientes ollas ya se pesa el agua total que debe llevar la mezcla en las condiciones actuales de humedad. Por ello, cobra gran importancia la homogenización indicada en el punto 1.8. anterior.

- 2.4. La variable crítica a determinar en el control del proceso es el REVENIMIENTO, que es un índice fácil y de rápida apreciación de la calidad del concreto y, en muchos casos, criterio de aceptación del mismo. Por ello, en cada olla producida se debe hacer una revisión del revenimiento por parte del pesador, del muestreador de control de calidad y del chofer de la olla.
- 2.5. Mensualmente se deberá verificar el estado y limpieza de las básculas y sus puntos de apoyo, así como su tolerancia de peso, probándola con taras estándar de fierro debidamente calibradas.
- 2.6. Semanalmente se verificará el estado de las ollas en cuanto a: fugas de agua dentro del trompo, velocidad de mezclado, etc.
- 2.7. Mensualmente se verificará el estado de las aspas interiores del trompo mezclador, para observar que cumpla con la tolerancia marcada por normas.
- 2.8. Asimismo, anualmente se deberá obtener la aprobación de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio para el uso de las básculas.

3. Concreto fresco.

Para cumplir con la NOM-C-161-1974, las pruebas que se hacen en el concreto fresco deben ser en el momento de la descarga y son tres las principales: revenimiento, muestreo en cilindros y peso volumétrico.

- 3.1. El revenimiento se verifica primeramente en planta (punto 2.4. anterior); pero debido a las condiciones climáticas durante el transporte, así como al tiempo del mismo, es necesario que el chofer de la olla lo inspeccione antes de llegar a la obra (200 o 300 metros) y le haga ajustes de agua, si es necesario, agregando esta y agitando. Por el contrario, al observar que está alto el revenimiento, "aguado", para que no pierda un tiempo que es precioso, debe regresar a la planta para corrección. Esta consiste en agregar arena y cemento secos, para restarle "aguadez" sin mema de la resistencia.
- 3.2. Muchas veces, y cada día con mayor frecuencia, el cliente o el laboratorio de verificación asignado al cliente por la Institución o Empresa que lo contrató -

("supervisión"), utiliza el revenimiento como criterio de aceptación del concreto premezclado; por ello es importante realizar las operaciones indicadas en los puntos 1.8., 2.4. y 3.1. anteriores, independientemente de una buena dosificación de materiales.

Aunque la NOM-C-156 nos indica que se debe tomar la muestra no antes del 15 % ni después del 85 % del volumen de concreto dentro de la olla, en la práctica la determinación del revenimiento se realiza antes de empezar la descarga y esto es necesario aceptarlo así, ya que es una condición del mercado actual y del criterio del cliente o laboratorio.

3.3. El muestreo de concreto fresco se realiza cumpliendo con la NOM-C-161, obteniendo cuatro cilindros de concreto, "especímenes", en dos niveles de frecuencia:

- a. Muestreo de rutina. Consiste en programar nuestro muestreo con la frecuencia indicada por la NOM-C-155. En la práctica, el número de muestras a obtener es el resultante de la raíz cuadrada del número total de entregas, "viajes", con el que se surtirá cada pedido, independientemente de los m^3 suministrados.
- b. Muestreo en paralelo. La frecuencia de muestreo debe ser la misma que se menciona inmediatamente arriba, sólo que las muestras se toman en paralelo con el laboratorio del cliente. Esto es con el objeto de que no existan diferencias en los resultados de ambos laboratorios, debido al muestreo de diferentes ollas, independientemente que puede haber divergencias por la calibración de ambas prensas.

Para evitar esto último, la AMIC (Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado, A. C.), realiza anualmente pruebas para la homologación de los laboratorios de sus afiliados, mismo ejemplo que está siguiendo el Gobierno Federal, al crear el Programa Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Materiales para Construcción.

- c. En cada muestreo de concreto programado se deberá determinar el revenimiento, antes de obtener la muestra misma, desechando el concreto sobrante de la prueba.
- d. Estos cilindros muestreados se dejan en la obra bien protegidos de las condiciones climáticas y en un sitio perfectamente horizontal. Deberán ser recogidos de la obra y desmoldeados entre 20 y 48 horas del muestreo, en tiempos secos o cálidos, y entre 36 y 48 horas, en tiempos fríos o húmedos.

3.4. Debido a que los materiales se dosifican por peso y el concreto se vende por volumen, es necesario determinar el peso volumétrico del concreto fresco, cumpliendo con la NOM-C-162, con el fin de verificar el volumen real del concreto surtido en la olla, haciéndolo corresponder con el control de densidades y pesos volumétricos de los materiales. Existen dos frecuencias de determinaciones del peso volumétrico del concreto:

- a. De rutina. Donde se realizará dicha determinación una vez al día, al azar, a cualquier olla surtida a cualquier cliente.
- b. Por excepción. Que se realiza cuando el cliente reclama diferencia de volumen en el momento del colado y con ella se le demuestra que el concreto suministrado tiene el volumen solicitado. Si reclama posteriormente al colado, se conviene en que se determinará el peso volumétrico cuando se surta el colado siguiente, que normalmente es similar o igual en volumen.

Esta es una prueba importante de realizar no solo porque nos verifica la dosificación de materiales, sino porque, aunque las normas marcan que el volumen del concreto colocado no es responsabilidad del productor, el cliente reclama diferencias de volumen, principalmente para retrasar el pago. Asimismo, la NOM-C-155 indica que la única manera de verificar el volumen del concreto surtido es a través de la prueba del peso volumétrico.

3.5. Otras pruebas que se realizan en el concreto fresco se muestran en la Tabla IV con las siguientes frecuencias:

- a. Contenido de aire: mensual y cuando lo solicite el cliente. Esta prueba se realiza utilizando el aparato que para ello tiene la AMIC, ya que es un equipo muy costoso y de poco uso para tenerlo a nivel Empresa;
- b. Contenido de cemento por deshidratación: cuando lo solicite el cliente.
- c. Sangrado: quincenalmente.
- d. Segregación: diariamente, al azar.

Las tres primeras pruebas se realizan en laboratorio y la última en cada planta.

4. Concreto endurecido.

En el concreto endurecido se deben tener los siguientes cuidados y realizar las siguientes pruebas:

- 4.1. Recolección de especímenes muestreados. Se deben recoger los cilindros muestreados como se indica en el punto 3.3.d. anterior, transportándolos con mucho cuidado a la planta. Se hace hincapié en que no se deben transportar los

Tabla I V. Importancia y tiempo aproximado de las pruebas a que se somete el concreto en sus diferentes estados.

ESTADO	PRUEBA	INFORMACION QUE APORTA	TIEMPO
F R E	Reventimiento	Sobre la fluidez, contenido de agua, plasticidad y efectividad de los aditivos	5 min máx.
	Peso volumétrico	Variabilidad de la dosificación o de la calidad de los componentes	10 min máx.
	Contenido de aire	Variabilidad de la dosificación; cambios en las granulometrías; efectos no previstos de los aditivos	15 min. máx.
S	Contenido de cemento por deshidratación	Rango de variación de la dosificación de éste y de la resistencia	4 horas máx.
C	Sangrado	Variaciones de la forma y textura de las partículas, en la plasticidad, en los requerimientos de agua y en la resistencia	30 min máx.
O	Segregación	Variaciones de plasticidad y de la dosificación de los componentes	5 min máx.
ENDURE - CIDO	Ensayes acelerados de la resistencia	Con oportunidad, sobre la calidad de producción, la homogeneidad del proceso y lo efectivo del sistema de control	48 horas máx.

moldes antes de las horas marcadas, porque no ha endurecido todo el cilindro, ni después del límite máximo indicado, debido a que no presentaría el adecuado curado inicial.

- 4.2. Desmoldeado. Se deberá hacer en el momento de llegada de los moldes con especímenes a la planta, cuidando de no dañar estos, sobre todo en los bordes.
- 4.3. Curado en planta. Una vez desmoldeados, los especímenes se protegen contra la pérdida de humedad y, en caso de no ser enviados inmediatamente al Laboratorio Central, se introducen en una pileta con agua suficiente para cubrirlos, la cual está saturada con cal en una proporción de medio kilogramo por cada 100 litros de agua. Esto último se hace si acaso no se puede mantener el agua de la pileta a 23°C , que es lo normal en una planta de campo.
- 4.4. Transporte al laboratorio central. Este se deberá hacer: cuidando que los especímenes no se golpeen entre sí; procurando que sean colocados en una sola "cama" de la caja de la camioneta "pick-up"; que se conserva su humedad durante el transporte (recubiertos con arena húmeda), tanto por el lado superior como del inferior del cilindro; que no se muevan durante el trayecto; que en caso de tener una o más camas de cilindros, colocar arena húmedo o cualquier otro separador entre ellas, etc..
- 4.5. Informe. Junto con los cilindros enviados, irá el correspondiente informe de su trabajo, donde se indica, entre otras cosas, el número de espécimen enviado.

FUNCIONES A REALIZAR EN EL LABORATORIO CENTRAL.

- 4.6. Curado en laboratorio. Al recibirse los cilindros de concreto en el laboratorio central, inmediatamente deben ser introducidos en la cámara húmeda, que es un cuarto completamente cerrado, con doble puerta, que se mantiene a una humedad relativa entre 95 y 100 % y a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Deberán estar clasificados por planta de producción, número de espécimen y período de ensaye para ruptura (3, 7, 14 o 28 días), según el concreto.
- 4.7. Fecha de ensaye. La NOM-C-155 nos indica que se deben ensayar dos especímenes a la edad especificada. Por ello, cada muestra de concreto consta de cuatro especímenes: dos que se ensayan a la edad especificada y dos que se ensayan en el ínterin (que, en la práctica, dan una idea del comportamiento final del concreto en cuanto a su resistencia, para tomar acciones rápidas y no esperar mucho tiempo para ello), como sigue:

<u>Número de cilindro</u>	<u>Concreto normal</u>	<u>Concreto rápido</u>	<u>Resistencia aproximada en % de f'C</u>
1	7 días	3 días	60 a 70 %
2	14 días	7 "	80 a 90 %
3	28 "	14 "	100 % o más de f'C
4	28 "	14 "	100 % o más de f'C

4.8. Cabeceo (NOM-C-109). Según la fecha programada de ensaye, al llegar el día se extraen los cilindros de la cámara húmeda y se someten a la operación de "cabeceo", cuyo objetivo es alinear la horizontalidad de las cabezas superior e inferior del cilindro, eliminando bordes, aristas y deformaciones naturales del concreto, con el fin de que los esfuerzos se transmitan perpendicularmente en la prensa de ensaye. Este cabeceo se logra con un mortero fundido de azufre y tierra diatomita, que tenga una resistencia a la compresión de 350 Kg por centímetro cuadrado como mínimo, en unos aparatos especiales que se llaman "cabeceadores".

4.9. Ensaye de resistencia a la compresión (NOM-C-83). Una vez cabeceados los cilindros, se ensayan en una prensa hidráulica de 120 ton, aplicando carga uniforme según especificaciones, hasta la ruptura del espécimen. Se calcula la resistencia a la compresión del concreto de acuerdo con la carga obtenida y el diámetro del cilindro.

4.10. Informe. Los datos obtenidos se descargan en el informe correspondiente y nos sirven para elaborar las gráficas de control y el análisis estadístico por cada tipo de concreto producido por cada planta.

Estos informes son la culminación del sistema de Control de Calidad, ya que correlacionados convenientemente entre sí y con los datos de los materiales, agrupados y analizados todos por períodos climáticos, darán la pauta a futuro para proporcionar al sistema de control de calidad, un carácter dinámico que tienda a abatir su costo y aumentar su eficiencia.

4.11. Otras pruebas que se pueden realizar con el concreto endurecido son:

a. Resistencia a la compresión de corazones de concreto (NOM-C-169). Estos corazones son obtenidos directamente del elemento colado con una broca cilíndrica hueca de pared delgada y material resistente. Esto es muy utilizado por algunos clientes como base para el pretexto o retardo del pago, alegando falta de resistencia, misma que se comprueba con estos co-

razones. Un buen sistema de control de calidad nos debe evitar esto, ya - además de asegurar los resultados, ofrece elementos documentales para - convencimiento del cliente, evitando retraso del pago por este concepto y un ahorro en el costo, ya que la prueba de corazonces es muy costosa.

- b. Resistencia a la flexión del concreto (NOM-C-191). Se realiza cuando, - además o en lugar de la resistencia a la compresión, la primera es base - para la aceptación del concreto. Esto es muy usado en concretos sometidos a constantes esfuerzos dinámicos, como en puentes, calles de tránsito vehicular de concreto, vías elevadas, etc.

5. Resultados.

Se llevarán los siguientes informes:

- 5.1. Informes diarios de análisis de cemento, arena y grava.
- 5.2. Cartas de control y análisis estadístico de cada materia prima, por variable y por planta.
- 5.3. Informes esporádicos de materiales.
- 5.4. Cartas de control y análisis estadístico del peso volumétrico de concreto fresco, por cada planta y por cada tipo de concreto.
- 5.5. Cartas de control y análisis estadístico de la resistencia a la compresión, por tipo de concreto y por planta.

El formato de estos informes, su distribución, análisis y retroalimentación al sistema se comentan más ampliamente en el Capítulo 4 de este trabajo.

6. Otras funciones.

- 6.1. Llevar el control de inventarios de los materiales de cada planta. Esta función, además de verificar el Informe del Pesador (revisando la correspondencia entre la fórmula de cada tipo de concreto con los materiales dosificados en cada olla producida), nos da un índice de merma de material (sobre todo muy importante en el cemento), comparando los datos en papeles con el inventario físico mensual. Esta merma es un dato importante de costo y de control.
- 6.2. Atender quejas y reclamaciones de los clientes, en el momento del colado y posteriormente.
- 6.3. Prestar asesoramiento técnico del concreto y su uso adecuado a los clientes -- que lo soliciten. Eventualmente, visitar las obras, observar los colados y ase-

sorar al cliente, en su caso.

- 6.4. Elaborar y mandar información de resultados del muestreo a todos los clientes, mensualmente, a través del Dpto. de Ventas, como un apoyo a este y un servicio al cliente.

ORGANIGRAMA.

Para cumplir con las funciones propuestas para un adecuado sistema de control de calidad, es necesario crear dentro de la estructura organizacional de la Empresa, a la entidad responsable del control de la calidad, que se le llamará Gerencia Técnica y cuyo organigrama propuesto se encuentra en la Figura No. 8.

En este organigrama se indica la posición jerárquica de la Gerencia Técnica, como un apoyo importante a la Gerencia General dentro de la producción. No se muestran las demás funciones administrativas propias de toda empresa, debido a que esta forma parte de un grupo de Empresas y las funciones de Contabilidad, Ventas, Recursos Humanos, etc., son llevadas a cabo a nivel corporativo dependientes directamente del Director General del Grupo.

Este organigrama muestra, en líneas punteadas, la proyección de la estructura de la Gerencia Técnica acorde con el crecimiento a corto plazo proyectado para la Empresa. Por lo pronto, la función de Servicio Técnico a Clientes será desarrollada directamente por el Gerente Técnico.

DESCRIPCIONES DE PUESTOS.

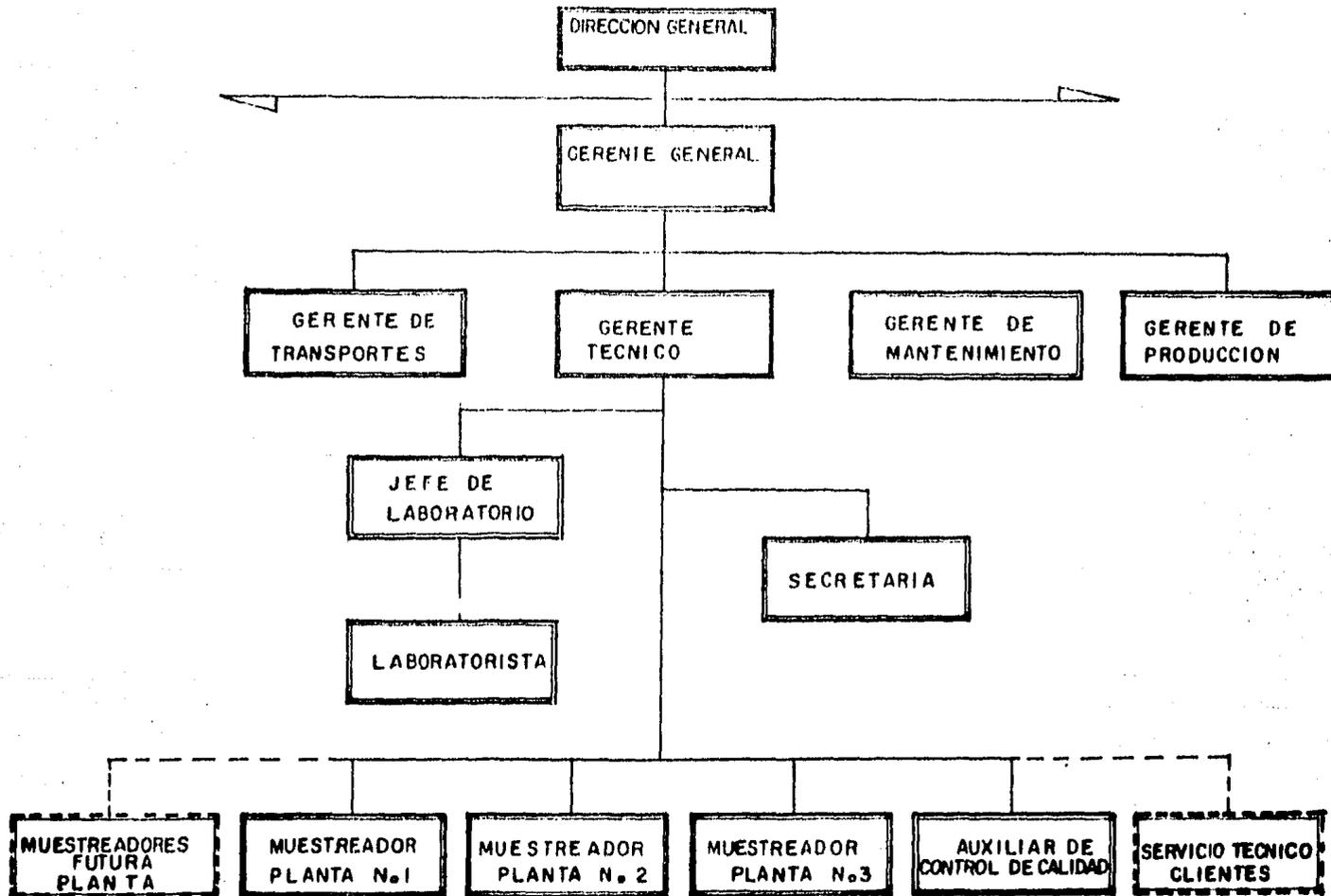
Las descripciones genéricas de los puestos indicados en el organigrama se presentan en los anexos "A" al "D" como sigue:

- Anexo A Gerente Técnico
- Anexo B Jefe de Laboratorio
- Anexo C Laboratorista
- Anexo D Muestreador.

En el organigrama está indicado el puesto de Auxiliar de Control de Calidad como integrante del equipo de control de calidad; sin embargo no se presenta la descripción del puesto, ya que este desarrollará la función de "comodín" dentro del sistema y, como tal, no tiene funciones ni responsabilidades definidas, por ser responsable de desarrollar las funciones de laboratorista o muestreador, según se requiera. La creación de este puesto se llevó a cabo por las siguientes consideraciones:

Fig No 8

ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA TECNICA



1. Substituir ausencias por faltas, vacaciones, permisos, etc.
2. Auxiliar al laboratorista o cualquier muestreador por sobrecarga de trabajo. Es to se presenta frecuentemente en las plantas de campo, ya que el muestreador no puede muestrear todos los pedidos por varias causas:
 - 2.1. Demasiados pedidos programados en un día, donde no se puede desplazar de uno a otro pedido para muestrear.
 - 2.2. Algunos clientes exigen la presencia del laboratorio del productor en el momento del colado y a todo lo largo del mismo, por lo que el muestreador no se puede mover del lugar.
 - 2.3. Asimismo, por las características del colado o de los clientes mismos, es necesario que el muestreador se encuentre en todo momento, con el fin de que no surjan problemas en el momento de la recepción y resolverlos, en su caso.
 - 2.4. En estos casos el muestreador solicita apoyo a la Gerencia Técnica a través de su Auxiliar.
3. Tener mayor cantidad de personas capacitadas, en caso de promoción del muestreador o laboratorista a mejores puestos.
4. Auxiliar en la recolección de cilindros en las obras.

RECURSOS MATERIALES.

En las plantas de campo se contará con el siguiente equipo e instalaciones:

1. Un cuarto techado y cerrado, con piso de concreto perfectamente nivelado
2. Moldes cilíndricos para 10 muestras (40 piezas).
3. Dos cucharones metálicos rectangulares de 1.5 litros.
4. Tres varillas de compactación que cumplan la NOM-C-156.
5. Dos charolas metálicas rectangulares de 60 x 40 x 8 cm.
6. Una carretilla para concreto con llanta de hule.
7. Un recipiente metálico de 14 litros que cumpla NOM-C-162.
8. Dos conos para revenimiento que cumplan NOM-C-156.
9. Dos placas metálicas de 60 x 40 x 0.5 cm (3/16 pulg).
10. Una cuchara de albañil.
11. Una regla metálica.
12. Una báscula de doble barra de 120 Kg de capacidad.
13. Un nivel de burbuja.
14. Una cinta métrica.
15. Una piltea con muros y piso de concreto de 100 x 100 x 70 cm.
16. Un cepillo de cerda suave.
17. Un cepillo de alambre.

18. Tres tramos de lona gruesa de 100 x 100 cm.
19. Un juego de tamices metálicos conteniendo los siguientes: 2, 1 1/2, 3/4, 1/2 y 3/8 de pulgada, charola y tamices # 8, # 16, # 30, # 50, # 100 y # 200.
20. Una camioneta pick-up.
21. Una báscula de precisión con sensibilidad de 1 gramo.
22. Una cámara fotográfica.

En el Laboratorio Central, además de lo anterior, se tendrá:

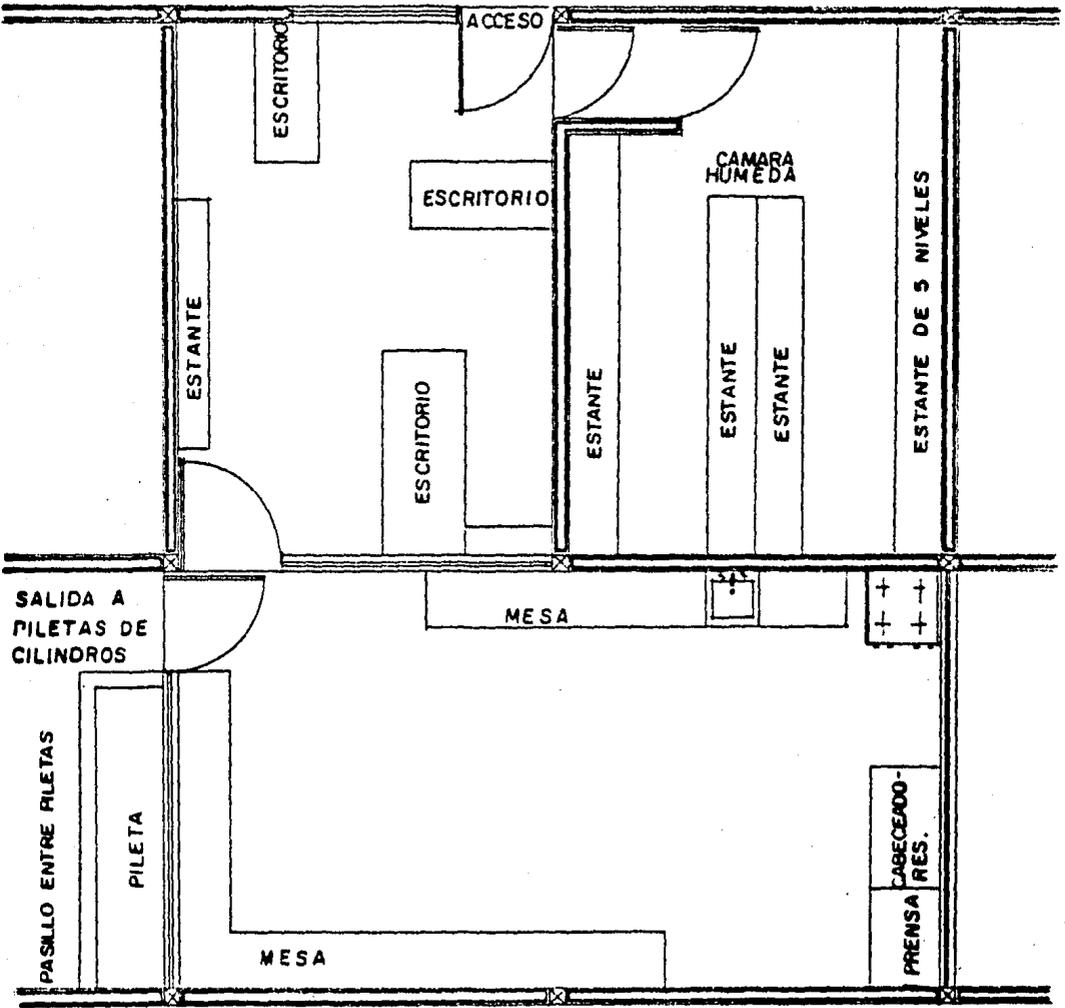
23. Un picnómetro de 5 litros para densidad de la grava.
24. Una estufa y tanque de gas, con campana extractora.
25. Dos probetas graduadas de cada capacidad: 2,000, 1000, 500, 250 y 100 ml.
26. Vasos graduados con las mismas capacidades.
27. Cinco charolas redondas de 30 cm de diám.
28. Dos charolas metálicas rectangulares de 100 x 100 cm.
29. Un cono de absorción.
30. Un aparato Aguja de Vicar.
31. Un aparato de Blaine.
32. Cámara húmeda para curado de cilindros de concreto.
33. Un aparato para medir la humedad relativa.
34. Cuatro cabeceadores.
35. Una prensa hidráulica con capacidad de 120 ton.
36. Instalación de una tarja de agua potable y su desagüe.

En la Figura No. 9 se muestra un croquis de distribución en planta propuesto para el Laboratorio Central, que sirva de base para ser construido como se indica.

RELACION DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

En el Anexo "E" se presenta un listado de las Normas Oficiales Mexicanas en vigor relacionadas con el concreto y su fabricación, indicando con una marca (*) las que tienen mayor uso frecuente en la industria del concreto premezclado.

Fig No 9 DISTRIBUCION PROPUESTA DEL
LABORATORIO CENTRAL



ESC: 1:50

DESCRIPCION DE PUESTOS.

Nombre del puesto: GERENTE TECNICO

Reporta a: Gerente General

Supervisa a: Jefe de Laboratorio
Muestreadores (3)
Auxiliar de Control de Calidad
Secretaria de Control de Calidad

Se coordina con: Gerente de Producción
Gerente de Transportes
Gerente de Mantenimiento
Gerente de Ventas
Jefes de Planta
Contabilidad
Compras y otras funciones administrativas
Clientes

OBJETIVO. Programar, coordinar, dirigir y controlar las actividades tendientes al buen desarrollo del sistema de Control de Calidad del concreto en la Empresa, con el fin de que la fabricación de éste cumpla con las Normas Oficiales Mexicanas y el cliente quede satisfecho con el producto.

ACTIVIDADES

1. Vigilar la realización de las actividades de muestreo en las plantas, coordinándose con el jefe de cada Planta y los muestreadores asignados a ellas, sea personalmente, por el radio-receptor o por medio de los informes de muestreo, verificando la realización del programa de muestreo y modificándolo de ser necesario, de acuerdo a prioridades.
2. Supervisar, personalmente y a través de los resultados, que se efectúen las pruebas físicas y ensayos en el laboratorio central, cumpliendo con los métodos y utilizando los equipos adecuados.
3. Atender la solicitud de los muestreadores cuando estos se encuentran con mucho trabajo y destinarles ayuda a través del Auxiliar de Control de Calidad, según la prioridad que crea más conveniente.
4. Atender solicitudes de los clientes, personales o a través del Dpto. de Ventas, para brindar el asesoramiento técnico sobre el concreto o sobre la forma del pedido, que le sea requerido.
5. Visitar a los clientes para resolver problemas sobre el concreto o su surtido, preferentemente en el momento del colado o posterior al mismo, atendiendo la solicitud del Dpto. de Ventas o de los Jefes de Planta.

6. Llevar el control de inventarios de los materiales constituyentes del concreto - en las diferentes plantas, diariamente, en la forma "Control de Inventarios (Figura No. 21), recibiendo y analizando los informes de entradas y consumos de materiales.
7. Arquear mensualmente el dato de inventarios con el Dpto. de Contabilidad, así como con los inventarios físicos mensuales, que deberá realizar.
8. Revisar la elaboración de las Gráficas de Control de cada variable de cada material en cada planta, analizando dichas gráficas, correlacionándolas entre sí y comparándolas con lo deseado.
9. Realizar el cálculo del análisis estadístico de la resistencia a la compresión, - por tipo de concreto y por planta, así como de los coeficientes de variación, tanto del concreto como del muestreo.
10. Proponer, basado en los resultados de los puntos 8. y 9. anteriores, los cambios de formulación del concreto, en su caso, al Comité de Fórmulas de la Empresa, que es el único organismo que puede autorizar cambios en las fórmulas.
11. Hacer las modificaciones necesarias al sistema de control de calidad, para su mayor agilización y mejoramiento.
12. Intervenir en las reuniones del Comité Técnico de la AMIC, con el fin de mantenerse al día en materia de calidad del concreto, así como participar en la elaboración o modificación de normas.
13. Vigilar que los costos del programa se ajusten a lo presupuestado.
14. Programar, basado en el pronóstico semanal de Ventas y de Producción, el suministro de materiales a cada planta de la próxima semana, coordinándose con el Gerente de Transportes para el surtido.
15. Verificar que se realice el programa de revisión de básculas, equipos de fabricación y ollas de transportación, coordinándose con el Gerente de Producción y el Gerente de Mantenimiento para la corrección o modificación de las anomalías.
16. Vigilar el buen estado del equipo y material de laboratorio y de muestreo, solicitando su reposición y homologación a través de la AMIC.
17. Mantener al día las libretas de fórmulas de concreto de cada planta.
18. Coordinarse con la AMIC para la visita anual de homologación de laboratorios - que ésta realiza entre sus asociados.
19. Cuidar de la integración y buen estado de la biblioteca de la Gerencia Técnica.
20. Iniciar un programa de introducción a computadora del sistema de control de calidad del concreto.

21. Enviar a los clientes la información sobre control de calidad de sus colados realizados en el mes, a través del Reporte de Resultados del Muestreo de Concreto (Figua No. 20), según lo planeado y, por excepción, sobre cualesquier otro dato de calidad del concreto, cuando lo soliciten a través del Dpto. de Ventas.
22. Enviar a los muestreadores y jefes de planta los informes sobre los resultados - de las pruebas y ensayos realizados en las muestras que enviaron al Laboratorio, para descargarlos en sus respectivas gráficas y controles.
23. Visitar minas de nuevos proveedores, para observar su sistema de explotación y control de calidad de sus materiales.
24. Llevar al día la gráfica de Peso Volumétrico de cada tipo de concreto de cada - planta, con la información que recibe al respecto.
25. Vigilar la adecuada proporción de materiales componentes del mortero de cabeceo, enviando esporádicamente una muestra de ésta a la AMIC, para su análisis y determinación de resistencia.
26. Supervisar, esporádicamente, las operaciones realizadas por el pesador y el tras cavista de cada planta.
27. Realizar todas a quellas actividades que, relacionadas y conexas con su puesto, le sean solicitadas por su Jefe inmediato.

DESCRIPCION DE PUESTOS

Nombre del puesto: JEFE DE LABORATORIO

Reporta a: Gerente técnico

Supervisa a: Laboratorista

Se coordina con: Jefes de planta
Muestreadores
Auxiliar de control de calidad
Pesadores, trascavistas y choferes

OBJETIVO. Vigilar y realizar, esporádicamente, las pruebas y análisis que se efectúen en el Laboratorio Central de la Empresa, de acuerdo con los métodos y equipo adecuados, descargando los resultados en las gráficas e informes correspondientes.

ACTIVIDADES ESPECIFICAS.

1. Vigilar la recepción de las muestras enviadas por las plantas de campo, tanto de agregados y cemento como de los cilindros de concreto, coordinándose con los muestreadores para, en caso de retraso, agilizar el envío de ellos.
2. Descargar los datos del Informe del Muestreador (Fig. No. 12), que recibe junto con los cilindros, en la forma Informe de Resultados del Muestreo de Concreto, Fig. No. 20, la cual será enviada al cliente una vez terminados los ensayos correspondientes.
3. Programar el día de ensaye de los cilindros recibidos, según la edad, directamente en la forma Informe Diario de Ensaye de Cilindros de Concreto (Fig. No. 18), que utilizará el laboratorista en su trabajo, colocándola en un compartimento correspondiente al día de ensaye, para que así se programe automáticamente el trabajo.
4. Realizar personalmente las pruebas físicas, análisis y ensayos de los materiales y del concreto, según la cantidad de trabajo que tenga el laboratorista en ese día, ya que éste es muy variable de un día a otro.
5. Vigilar la correcta realización de las pruebas y ensayos efectuados por el laboratorista, ayudándolo y orientándolo en su trabajo.
6. Recibir los resultados de las pruebas de cemento y agregados y descargarlos en las gráficas de control correspondientes (Gráficas números 1 al 8).
7. Revisar la correcta elaboración del Informe Diario de Ensayes de Cilindros de Concreto y descargar los datos obtenidos en la gráfica de control de resistencia, Gráfica No. 10, por tipo de concreto y por planta.

8. Calcular, en la misma gráfica número 10, la curva promedio de siete muestras consecutivas, para cumplir con la NOM-C-155.
9. Descargar los datos de la resistencia de cada tipo de concreto de cada planta, - en la forma "Análisis Estadístico de Cilindros de Concreto" (Fig. No. 19), hasta completar 30 datos, realizando en dicho momento, el cálculo correspondiente. Por excepción, se realizará el cálculo con un mínimo de 20 datos.
10. Descargar los mismos datos en la libreta semejante a la Libreta de Campo del - muestreador (Fig. No. 14), de cada planta, con el fin de tenerla al día y en forma consecutiva de numeración.
11. Complementar, con dichos datos, la forma de Reporte de Muestreo del Concreto (iniciada según punto 2 anterior), pasándola a revisión y aprobación del Gerente Técnico, para su envío al cliente.
12. Realizar visitas a clientes para resolver algún problema o asesoría cuando se lo indique su Jefe o, en ausencia de éste, se lo solicite el jefe de cualquier planta.
13. Realizar, según programa, la revisión y calibración mensual de las básculas y - equipo de medición de las plantas, así como el estado de las ollas y de sus - pas, informando su resultado al Gerente Técnico.
14. Tomar una muestra compuesta de materiales en las mimas, cuando se quiera - cambiar de proveedor, realizando personalmente el análisis de dicha muestra.
15. Verificar limpieza y estado de conservación del equipo a su cargo.
16. Mantenerse al día en materia de control de calidad del concreto, a través de cur - sos, revistas, folletos, etc.
17. Realizar todas aquellas actividades que, derivadas y conexas con su puesto, le sean solicitadas por su jefe inmediato.

DESCRIPCION DE PUESTOS

Nombre del Puesto: LABORATORISTA

Reporta a: Jefe de Laboratorio

Supervisa a: No tiene subordinados

Se coordina con: Muestreadores
Auxiliar de Control de Calidad

OBJETIVO. Realizar las determinaciones indicadas en las Normas Oficiales Mexicanas, del concreto y sus materiales componentes. registrándolas en sus informes respectivos de tal forma que nos permita evaluar dichos resultados correctamente.

ACTIVIDADES ESPECIFICAS.

1. Recibir las muestras de agregados de cada planta, según la periodicidad indicada, registrando dicha recepción en la forma "Control de Muestras de Agregados, Fig. No. 11.
2. Procesar cada muestra, haciendo los cuarteos necesarios, hasta obtener el tamaño adecuado para análisis, siguiendo el instructivo GT - 06.
3. Realizar las siguientes determinaciones en cada muestra de material:
 - a. Granulometría (según instructivo GT - 11), diariamente.
 - b. Densidad (según instructivo GT - 13), diariamente.
 - c. Peso volumétrico suelto y compactado (instructivo GT - 09), diariamente.
 - d. Materia orgánica (instructivo GT - 19), semanal.
 - e. Limos y arcillas (instructivo GT - 18), semanal.
 - f. Humedad en % (instructivo GT - 15), diariamente.
 - g. Partículas ligeras (instructivo GT - 17), semanal.
 - h. Absorción (instructivo GT - 14), diariamente.
 - i. Contenido de polvo por lavado (instructivo GT - 16), semanal.
4. Registrar los resultados obtenidos en la forma Informe de Pruebas de Agregados para Concreto (Fig. No. 16) y pasarla al Jefe de Laboratorio.
5. Recibir muestras de cemento de cada planta con la periodicidad indicada, cuartear y enviar a la AMIC la muestra cuarteada, para análisis completo, quicenalmente.
6. Determinar, en una parte de la muestra cuarteada de cemento:
 - a. Consistencia normal (según instructivo GT - 08), diariamente.

- b. Finura con el Aparato de Blaine (instructivo GT - 10), diariamente.
 - c. Falso fraguado (instructivo GT - 09), diariamente.
 - d. Los resultados se registrarán en la forma Informe de Análisis de Cemento, -
Figura No. 15.
7. Recibir cilindros de concreto y meterlos dentro de la cámara húmeda acomodados por planta, período de ensaye y número progresivo.
 8. Recibir, junto con los especímenes, el Informe del Muestreador (Fig. No. 12) y descargar dichos datos en una libreta similar a la que lleva en uso el muestreador de cada planta (Fig. No. 14).
 9. Retirar la cámara húmeda los cilindros de concreto programados para ensayarse en el día para cada planta, según los registros de las libretas y de las fechas de ensaye.
 10. Dosificar adecuadamente y fundir la mezcla de azufre y tierra diatomita que se emplea para el cabeceo de los cilindros de concreto, según instructivo GT - 22. Efectuar el cabeceo cuidadosamente.
 11. Realizar el ensaye de los cilindros (instructivo GT - 23) en la prensa hidráulica, descargando los datos obtenidos en el Informe Diario de Ensayes de Cilindros de Concreto (Fig. No. 18), calculando la resistencia obtenida para cada cilindro según la carga total registrada y el diámetro del mismo.
 12. Recuperar el mortero de cabeceo, retirándolo de los cilindros en la medida que se pueda y reutilizarlo en las siguientes operaciones, hasta un máximo de 10 veces, para cumplir con la NOM-C - 109.
 13. Mantener perfectamente bien limpio su equipo de trabajo: prensa, básculas, tamices, etc., así como el área misma del laboratorio.
 14. Esporádicamente, realizar funciones de muestreo de concreto y de agregados, - en caso de sobrecarga de trabajo del muestreador de la planta Central.
 15. Tomar dos lecturas diarias de temperaturas y humedades de la cámara húmeda y registrarlas en la forma diseñada para ello (Figura No. 17).
 16. Cuidar del buen estado del equipo y literatura utilizado en su trabajo, solicitando su reposición, en su caso.
 17. Efectuar todas aquellas actividades que, derivadas y conexas con su puesto, le sean solicitadas por su Jefe inmediato.

DESCRIPCIONES DE PUESTOS

Nombre del puesto: MUESTREADOR DE PLANTA

Reporta a: Gerente técnico

Se coordina con: Jefe de la planta a la cual está asignado
Auxiliar de Control de Calidad
Jefe de Laboratorio
Laboratorista
Choferes de ollas revolvedoras

OBJETIVO. Realizar adecuadamente el muestreo de concreto fresco y de los materiales constituyentes del mismo, cumpliendo las Normas Oficiales Mexicanas establecidas al respecto, con el fin de que estas muestras sean representativas y aseguren una buena calidad para las pruebas.

COORDINACION

Aunque el jefe directo del muestreador es el Gerente Técnico, por la ubicación de éste en cada planta de campo y la imposibilidad física del Gerente de una buena vigilancia y apoyo inmediato hacia él, la responsabilidad de que el muestreador efectúe su trabajo, está compartida coordinadamente entre el Gerente Técnico y el Jefe de la Planta. En última instancia, este será el responsable del trabajo del muestreador, por su conocimiento sobre el concreto y su mayor jerarquía dentro de la planta, en cuanto a cantidad y oportunidad del mismo, mas no en la calidad del trabajo, de la cual el propio muestreador es el responsable.

ACTIVIDADES ESPECIFICAS

1. Tomar una muestra diaria del cemento recibido, siguiendo el instructivo GT - 04 y enviarla al laboratorio.
2. Tomar dos muestras "compuestas" de arena y grava, diariamente, según el instructivo GT - 05 y enviar una de ellas al laboratorio, utilizando la forma Control de Muestras de Agregados (Fig. No. 11).
3. Efectuar el cuarteo manual a la otra muestra, según el instructivo GT - 06, para reducir el tamaño de ella y realizar el análisis granulométrico, según el instructivo GT - 11. Registrar el resultado en las gráficas de control Nos. 7 y 8, según el material de que se trate.
4. Inspeccionar a simple vista los agregados, para observar humedad y contaminaciones, haciendo las recomendaciones adecuadas al Jefe de planta.
5. Observar, en la medida que pueda, cada llegada de material, vigilando el nivel de éste dentro de la caja y la descarga misma, para evitar posibles contaminaciones de viaje a viaje al no efectuar una descarga total, sobre todo en época de lluvias, que se adhiere arena a la caja húmeda y no descarga totalmente.

6. Solicitar al chofer, en caso de que el material provenga de distinta mina a la normal, que descargue aquel por separado del almacén y tomarle una muestra simple (instructivo GT - 05) y enviarla al laboratorio.
7. Programar, conjuntamente con el jefe de planta, el muestreo de concreto fresco, la determinación diaria del peso volumétrico y la recolección de muestras tomadas en obra, utilizando la forma Programa Diario de Muestreo (Fig. No. 22). El criterio para el programa de muestreo será:
 - a. De rutina: se programará el muestreo según la raíz cuadrada del número de - viaje para cada pedido, de tal forma que todo pedido deberá tener un mínimo de una muestra.
 - b. En paralelo: se coordinará el muestreo en coordinación con el laboratorio del cliente o de la supervisión, para tomar la muestra en paralelo con este.
8. Coordinarse con el jefe de planta para que el trascavista efectúe la homogenización del lote de materiales con el que se producirá el concreto del día siguiente.
9. Efectuar, junto con el pesador y el jefe de planta, la determinación del ajuste - de agua en la primera olla producida en el día, como medida práctica para controlar el reventimiento del concreto durante el resto del día.
10. Obtener las muestras de concreto fresco de acuerdo al programa, siguiendo los - lineamientos del instructivo GT - 03, con los siguientes cuidados:
 - a. Tener bien limpios los moldes y untados interiormente con aceite, como des - moldante.
 - b. Nivelar los moldes con nivel de burbuja, colocándolos sobre una cama de a - rena y, preferentemente, en un lugar cubierto y de no fácil acceso a gente - extraña a la obra, para que las muestras no sean dañadas.
11. Elaborar el Informe del Muestreador (Figura No. 12) para cada pedido surtido en el día, descargar los datos correspondientes en la Libreta de Campo del Mues - treador (Fig. No. 14) y enviarlo al Laboratorio Central.
12. Realizar una determinación diaria del Peso Volumétrico del concreto (según ins - tructivo GT - 07), sea por rutina o por excepción, conforme lo indique el jefe de planta
 - a. Utilizará la forma Determinación del Peso Volumétrico del Concreto Fresco, Fig. No. 13, para recabar datos, procurando la presencia y firma del cliente
 - b. Descargará el resultado en su Gráfica de control No. 9 y enviará el mismo - papel de trabajo a la Gerencia Técnica.
13. Realizar una prueba diaria de segregación del concreto, tomando una palada de - éste, levantar horizontalmente a un metro de altura y voltear la pala de improvi - so, girando las muñecas de las manos. El concreto debe caer de un solo golpe

y formar un cono aplastado, no debiendo separarse los materiales (la grava del mortero ni la lechada de los agregados). De esta prueba no se lleva registro, por ser de aplicación visual y de criterio, sin medida específica.

14. Recoger los cilindros muestreados, de acuerdo al programa, para el cual se utilizará el siguiente criterio:
 - a. En días cálidos o secos, recoger los cilindros no antes de 24 horas ni después de 48 horas del muestreo.
 - b. En días fríos o húmedos, recoger cilindros no antes de 36 horas ni después de 48 horas del muestreo.
15. Transportar los cilindros a la planta, desmoldearlos, marcarlos con la clave correspondiente e introducirlos en la pileta de curado inicial. Estar pendiente del envío de los cilindros al laboratorio central y vigilar la carga de ellos en el transporte.
16. Coordinarse con el Gerente Técnico para comunicarle el programa diario de muestreo y solicitarle ayuda, si es necesario, a través del Auxiliar de Control de Calidad, así como para solicitarle los informes diarios de pruebas de agregados y de concreto, para descargarlos en las gráficas de control correspondiente que se llevan en cada planta.
17. Auxiliar al Jefe de Laboratorio en las verificaciones mensuales de las básculas, del equipo de dosificación y del de transporte.
18. Realizar todas aquellas actividades que, derivadas y conexas con su puesto, le sean solicitadas por su jefe inmediato.

Relación de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) relacionadas
con el concreto premezclado.

- * C - 1 - 1980 Cemento Portland
- * C - 2 - 1982 Cemento Portland puzolana
- * C - 30 - 1977 Muestreo de Agregados
- C - 49 - 1970 Método de prueba para la determinación de la finura de cementantes hidráulicos mediante el tamiz 130 - M
- C - 55 - 1966 Método de prueba para determinar la finura de cementantes hidráulicos (Método turbidimétrico).
- * C - 56 - 1978 Método de prueba para determinar la finura de cementantes hidráulicos (Método de permeabilidad al aire).
- * C - 57 - 1983 Determinación de la consistencia normal de cementantes hidráulicos.
- C - 58 - 1967 Método de prueba para determinar tiempo de fraguado en cementantes hidráulicos (Método de Gillmore).
- * C - 59 - 1975 Método de prueba para determinar tiempo de fraguado en cementantes hidráulicos (Método de Vicat).
- C - 60 - 1968 Método de prueba para determinar la resistencia a la tensión de cementantes hidráulicos.
- * C - 61 - 1971 Método de prueba para determinar la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos.
- C - 62 - 1978 Método de prueba para determinar la sanidad en cementantes hidráulicos
- * C - 71 - 1983 Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznales en los agregados.
- * C - 72 - 1968 Método de prueba para la determinación de partículas ligeras en los agregados.
- * C - 73 - 1983 Método de prueba para determinar la masa volumétrica de los agregados.
- C - 75 - 1972 Determinación de la sanidad de los agregados por medio del sulfato de sodio o de magnesio.
- C - 76 - 1966 Método de prueba para determinar las impurezas orgánicas de los agregados finos sobre la resistencia de los morteros.

- * C - 77 - 1983 Método de prueba de análisis granulométrico de los agregados.
- * C - 83 - 1977 Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
- C - 84 - 1983 Método de prueba de partículas más finas que la criba F 0.075 - por medio de lavado de los agregados.
- * C - 88 - 1978 Determinación de impurezas orgánicas en el agregado fino.
- C - 105 - 1979 Determinación del peso volumétrico del concreto ligero estructural
- * C - 109 - 1977 Cabeceo de especímenes cilíndricos de concreto.
- * C - 111 - 1982 Especificaciones de agregados.
- * C - 122 - 1982 Agua para concreto.
- C - 128 - 1982 Determinación del módulo de elasticidad estático y relación de Poisson del concreto sometido a compresión.
- * C - 130 - 1968 Muestreo de los cementantes hidráulicos.
- C - 131 - 1976 Determinación del análisis químico de cementantes hidráulicos.
- * C - 132 - 1970 Método de prueba para la determinación del fraguado falso de cemento portland por el método de pasta.
- * C - 148 - 1981 Requisitos de gabinetes y cuartos húmedos y tanques de almacenamiento para las pruebas de cementantes y concretos hidráulicos
- C - 150 - 1973 Determinación de la finura de cementantes hidráulicos mediante el tamiz No. 80 M (# 200).
- C - 151 - 1977 Determinación del calor de hidratación de cementantes hidráulicos
- * C - 152 - 1970 Método de prueba para la determinación del peso específico de los cementantes hidráulicos.
- C - 154 - 1977 Determinación del contenido de cemento en el concreto endurecido
- * C - 155 - 1984 Especificaciones del concreto premezclado.
- * C - 156 - 1980 Determinación del revenimiento del concreto fresco.
- * C - 157 - 1976 Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión.
- C - 158 - 1976 Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico.

- * C - 159 - 1977 Elaboración y curado en el laboratorio de especímenes de concreto
- * C - 160 - 1976 Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.
- * C - 161 - 1974 Muestreo de concreto fresco.
- * C - 162 - 1974 Determinación del contenido de aire, peso unitario y rendimiento del concreto fresco.
- C - 163 - 1978 Determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto.
- * C - 164 - 1977 Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso
- * C - 165 - 1977 Determinación del peso específico y absorción del agregado fino.
- * C - 166 - 1986 Método de prueba del contenido total de humedad por secado de los agregados para concreto.
- * C - 169 - 1978 Obtención y prueba de corazones y vigas extraídos del concreto endurecido.
- * C - 170 - 1977 Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para las pruebas.
- C - 173 - 1978 Determinación de la variación en longitud de las probetas de mortero de cemento y de concreto endurecido.
- * C - 177 - 1978 Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto, mediante la resistencia a la penetración.
- C - 180 - 1971 Método de prueba para la determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento, por medio de barras de mortero.
- * C - 191 - 1978 Determinación de la resistencia a la flexión del concreto (usando una viga simple con cargas en los tercios del claro).
- C - 196 - 1983 Método de prueba de la resistencia a la degradación por abrasión e impacto del agregado grueso usando la Máquina de los Angeles.
- * C - 205 - 1979 Método de prueba de la longitud de los corazones de concreto.
- * C - 245 - 1977 Determinación de la humedad superficial del agregado fino.
- * C - 263 - 1983 Método de prueba de masa específica, absorción y vacíos de concreto endurecido.
- * C - 265 - 1979 Examen petrográfico de los agregados para concreto.
- C - 270 - 1978 Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso.

- C - 271 - 1984 Reactividad potencial de los agregados (Método químico).
- C - 272 - 1979 Reactividad potencial de rocas de carbonatos en los agregados para con los álcalis (Método del cilindro de roca).
- * C - 277 - 1979 Muestreo del agua para concreto.
- C - 281 - 1979 Moldes para elaborar verticilmente especímenes cilíndricos de concreto para pruebas.
- C - 282 - 1979 Cambio potencial de volumen de combinaciones cemento - agregados.
- * C - 283 - 1982 Análisis del agua para concreto.
- * C - 290 - 1980 Elaboración, curado, acelerado y prueba a compresión de especímenes de concreto.
- * C - 296 - 1980 Determinación del sangrado del concreto.
- C - 299 - 1980 Especificación de los agregados ligeros de concreto estructural.
- C - 301 - 1980 Determinación de resistencia a la penetración de concreto endurecido.
- * C - 303 - 1980 Determinación de resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en el centro del claro.
- * C - 305 - 1980 Descripción de los componentes minerales naturales de los agregados para concreto

- * R - 32 - 1978 Verificación de máquinas de prueba.
- * R - 194 - 1978 Verificación de los dispositivos de calibración que se emplean en la verificación de máquinas de prueba.

Capítulo 4. IMPLANTACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.

Para complementar la expansión de la Empresa, tener seguridad en la calidad del producto y poder ampliar el mercado de nuestros clientes, entre otros pasos a seguir, es necesario y conveniente implementar un sistema de control total de la calidad, apoyándolo con recursos humanos y materiales en la adecuada medida.

Actualmente, solamente existen el Gerente Técnico y el Jefe de Laboratorio (antiguo laboratorista que se le promovió a este puesto) y algunas instalaciones rudimentarias que tendrán que ser cambiadas de lugar.

Para ello, se realizará un programa de implantación de un sistema de control total de calidad. En la Figura No. 10 se muestra un diagrama de barras (Gantt) de las operaciones que se desarrollarán para este programa, incluyendo los conceptos de obra - (considerando días hábiles).

1. OBRA.

Para iniciar el programa y las operaciones propias del sistema, debemos pensar en el lugar físico que ocupará el nuevo laboratorio, por lo que el primer paso a seguir es planear la construcción del mismo, siguiendo el croquis de la Figura No. 9.

Esta obra se llevará varias semanas, realizando los siguientes conceptos: cimentación; muros; techado; puertas y ventanas; instalaciones de luz, agua, drenaje, gas y aire; estantes de cámara húmeda, mesas de trabajo y escritorios de concreto todos; cancel divisorio de madera y vidrio; instalación de termómetros y controles de la cámara húmeda y, finalmente, instalación de la estufa, su extractor de campana y la prensa hidráulica.

2. RECLUTAMIENTO Y SELECCION.

Puesto que para la obra únicamente se requiere supervisión de la misma, simultáneamente con ella y coordinado con el Departamento de Personal, se desarrollarán las operaciones de reclutamiento y selección de los muestreadores para las plantas (3), el laboratorista nuevo y el Auxiliar de Control de Calidad. A continuación, se presentan los perfiles de puestos de todos ellos, incluyendo los del Gerente Técnico y del Jefe de Laboratorio, que aunque no serán contratados, complementan el organigrama.

2.1. Perfil del puesto de Gerente Técnico (aspectos generales).

Ingeniero civil, arquitecto, ingeniero químico, ingeniero industrial o una persona sin profesión (mínimo preparatoria) que tenga mucha experiencia en la

Fig. No. 10

PROGRAMA DE IMPLANTACION DEL SISTEMA



industria del concreto y haya comenzado desde abajo.

Experiencia de 5 a 7 años en la industria del concreto, habiendo ocupado el -
puesto de Jefe de Planta un mínimo de 2 años.

Excelente presentación, facilidad de palabra y mente ágil para trato con clientes

Haber tomado cursos específicos de laboratorio de materiales de construcción,
laboratorista de cemento y concreto, etc. (un mínimo de 100 horas).

Experiencia de uno a dos años como responsable de obra.

Tener conocimientos teórico - administrativos del autotransporte federal par-
ticular.

Tener aptitud para jornadas largas de trabajo.

No perder su capacidad de discernimiento en trabajo sometido a fuerte presión.

Ser analítico y seguro de sí mismo y de sus conocimientos.

Tener compatibilidad entre el detalle y el panorama general.

Saber aplicar el sentido común.

Tener muchas habilidad para generar alternativas.

Saber tomar decisiones.

Aceptar responsabilidad y saber delegar funciones.

Tener criterio y actuación de conciliador y coordinador.

Saber utilizar la capacidad del elemento humano a su cargo.

Tener don de mando.

2.2. Perfil del puesto de Jefe de Laboratorio.

Profesionista de nivel técnico (v. gr. técnico en construcción) o un ingeniero o
arquitecto con carrera truncada o una persona sin profesión (mínimo secun-
daria con mucha experiencia dentro de la industria del concreto y que haya
comenzado desde abajo.

Experiencia de 2 a 3 años como laboratorista de concreto.

Haber tomado un mínimo de 50 horas de cursos como laboratorista de materia-
les y de concreto

Buena presentación y habilidad para tratar con clientes.

Aptitud para trabajar jornadas largas.

Tener conocimiento de colados de concreto en obra.

Tener conocimientos de estadística.

Poseer capacidad analítica y ser detallista, sin perder de vista lo general.

Saber generar alternativas.

Tener buena letra.

Mayor de 25 años, casado.

2.3. Perfil del puesto de Laboratorista.

Egresado de carrera a nivel técnico o preparatoria, aunque puede ser que no las haya terminado, o con secundaria, como mínimo.

Experiencia de 2 a 3 años como muestreador.

Haber tomado un mínimo de 20 horas de cursos de laboratorista de materiales y de concreto.

Tener capacidad analítica y memoria retentiva para detectar resultados fuera de lo normal e investigar causas.

Ser honesto consigo mismo y saber reconocer equivocaciones.

Ser detallista y metódico o sistemático.

Poseer inquietud y capacidad de aprendizaje.

Saber adaptarse a trabajo rutinario con pequeñas alternativas de cambio.

Tener buena letra,

Ser mayor de edad, casado o soltero.

2.4. Perfil de los puestos de Muestreador y Auxiliar de control de Calidad.

Estudios egresados de secundaria, como mínimo.

Experiencia de un año como ayudante de muestreador, preferentemente; aunque puede no tener experiencia en concreto, sí debe tener experiencia general de 1 a 3 años.

Poseer inquietud y capacidad de aprendizaje, para buscar estabilidad de trabajo

Ser obediente, metódico y sistemático.

Reconocer equivocaciones y saber solicitar apoyo para corregirlas.

Buena presentación y habilidad para tratar con clientes.

Poseer buena letra.

Tener disposición para trabajar jornadas largas y bajo presión.
Ser mayor de edad, casado o soltero.

3. ENTRENAMIENTO.

Después de la selección y contratación de los candidatos, se realiza el período de en-entrenamiento de los nuevos empleados, coordinadamente con el Dpto. de Personal y -de la Oficina de Capacitación:

- 3.1 El laboratorista, por tener conocimientos de concreto y de muestreo del mismo y, sobre todo por tener carácter inquieto de aprendizaje, ya ha visto y realizado algunas pruebas de laboratorio. Por ello, se le deben reforzar sus conocimien-tos, sobre todo en la teoría del concreto, por medio de cursos sobre "Laboratori-sta de Concreto" o de "Materiales de Construcción", que se imparten en di--versas instituciones como: AMIC , ANALISEC , IMCYC , ICIC , UNAM , el IPN, etc. Regresando del curso, seguirá estando bajo estrecha vigilancia de -sus superiores en el desarrollo inicial de su trabajo.
- 3.2. A los muestreadores, que generalmente no tienen experiencia alguna en concre-to, se les da un entrenamiento de tres semanas aproximadamente, en la mis--ma fábrica, bajo el siguiente programa:
 - a. Concreto premezclado:
 - Ventajas
 - Materiales constituyentes
 - Requisitos para construcción
 - Historia y futuro
 - Concreto bombeable.
 - b. Manejo y colocación del concreto premezclado:
 - Carga y transporte
 - Recepción
 - Manejo
 - Colocación
 - Tiempo de fraguado
 - Cuidados necesarios en ellos.
 - c. Control de Calidad del concreto:
 - Importancia y ventajas
 - Requisitos de calidad

- Control y verificación
 - Pruebas y determinaciones realizadas y su importancia
 - Análisis de resultados
 - Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con el concreto.
- d. Prácticas de campo:
- Determinación del revenimiento del concreto
 - Muestreo de concreto fresco
 - Peso volumétrico del concreto fresco
 - Muestreo y cuarteo de agregados
 - Análisis granulométrico de agregados
 - Ensaye de resistencia de cilindros de concreto
 - Cuidado de los cilindros muestreados
- e. Informes:
- Generados
 - Recibidos
- f. Recomendaciones generales:
- Sobre su trabajo y los materiales
 - Sobre la Empresa y sus compañeros de trabajo
 - Sobre los clientes
 - Sobre el equipo a su cargo.

Iniciado el desarrollo de su trabajo, se les tendrá una estrecha vigilancia por parte de la Gerencia Técnica y el Jefe de Planta al cual fueron asignados.

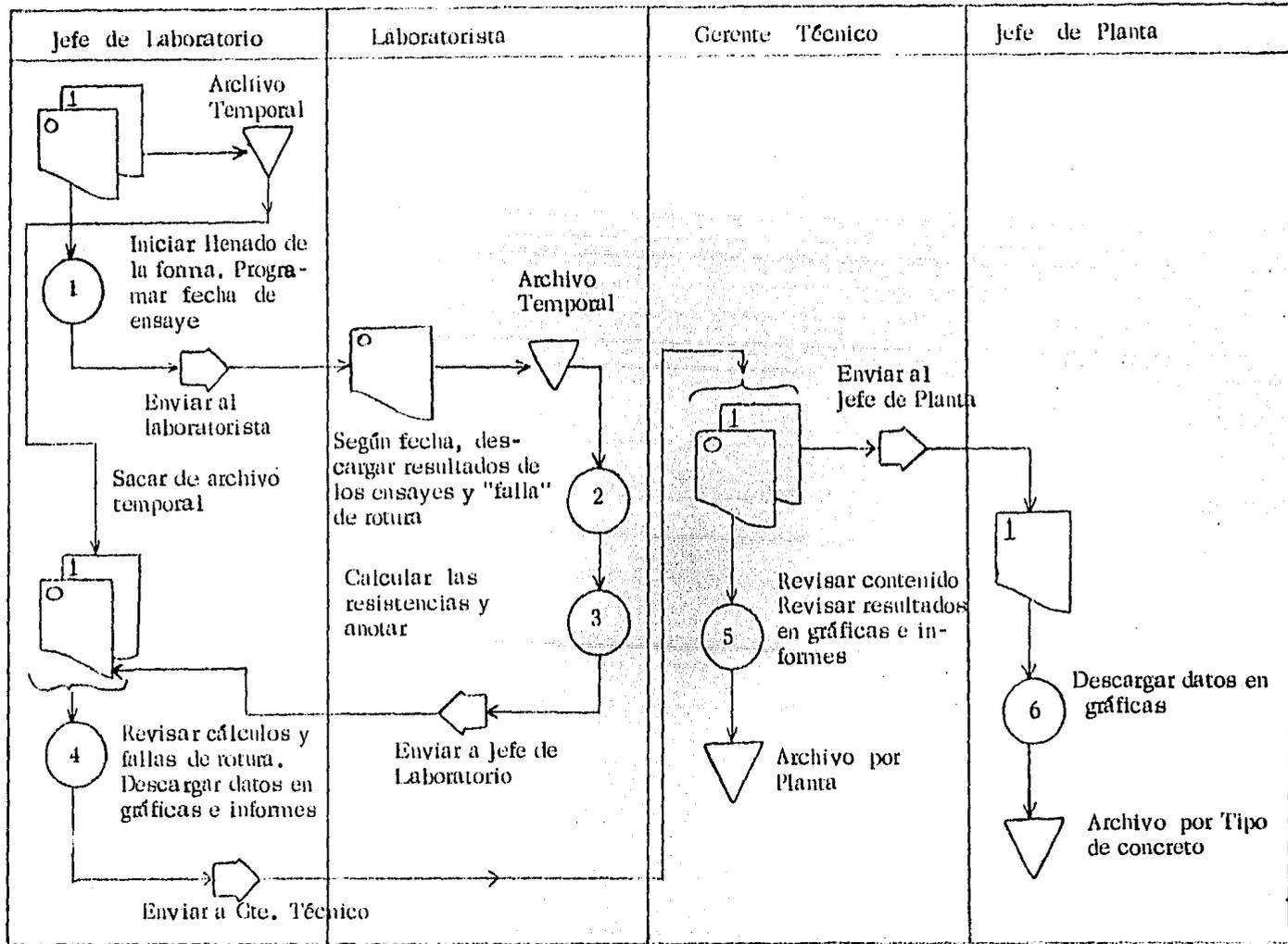
4. FORMAS DE PAPELERIA.

Simultáneamente con los puntos anteriores, se va realizando el diseño apropiado definitivo de las forma de papelería que se manejarán dentro del sistema de control de calidad. Originalmente se manejarán en copias fotostáticas o mimeográficas, dependiendo de su frecuencia de uso, para verificar su efectividad y hacer las correcciones necesarias. Una vez probadas, se mandan imprimir y foliar, las que así sean, armadas en juegos de copias de colores, si es que llevan.

En el presente trabajo se muestran las principales formas de papelería que utiliza el sistema, desde la Figura No. 11 a la No. 22, aunque, en obvio de espacio, solamente se adjunta el diagrama de distribución de una de ellas. Cada forma de papelería -

Anexo a la
Fig. No. 18

DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE LA FORMA "INFORME DIARIO DE ENSAYE DE
CILINDROS DE CONCRETO,



debe tener su propio diagrama de distribución, que va desde indicar el responsable de su generación, hasta el archivo del original y cada copia; no presentamos todos ellos con el fin de evitar repeticiones innecesarias, ya que este diagrama guarda correspondencia con la planeación del sistema, las descripciones de puestos (ambos presentados en el capítulo 3) y los instructivos de operación (Capítulo 4).

De cualquier manera, para damos una idea gráfica del significado de las formas de papelería, a continuación enlistaremos las formas que genera y recibe cada puesto principal de nuestro organigrama, sin indicar si la generación de la forma en su contenido es parcial o total y a dónde se envía, o si las formas que recibe son para procesarlas parcial o totalmente, tomar datos y regresarlas, enviarlas a otro lado, archivarlas, etc., que es lo que muestran los diagramas de distribución.

4.1. Muestreador. Genera las formas:

- a. Control de Muestras de Agregados (que lleva en paralelo con el laboratorista)
- b. Informe del Muestreador
- c. Determinación del Peso Volumétrico del Concreto Fresco.
- d. Libreta de Campo del Muestreador (que lleva en paralelo con el laboratorista).
- e. Programa Diario de Muestreo.

Recibe las formas:

- f. Informe de Pruebas de Agregados para Concreto
- g. Informe de Resultados de Muestreo de Concreto.

4.2. Laboratorista. Genera las formas:

- a. Control de Muestras de Agregados (igual a la que lleva el muestreador de cada planta, para compaginar)
- b. Libreta de Campo del Muestreador (igual a la que lleva el muestreador de cada planta)
- c. Informe de Análisis de Cemento
- d. Informe de Pruebas de Agregados para Concreto
- e. Informe Diario de Condiciones de la Cámara Húmeda.

Recibe las siguientes formas:

- f. Informe del Muestreador
- g. Informe Diario de Ensayos de Cilindros de Concreto.

4.3. Jefe de Laboratorio. Genera las siguientes formas:

- a. Informe Diario de Ensayes de Cilindros de Concreto.
- b. Análisis estadístico de Cilindros de Concreto.
- c. Informe de Resultados del Muestreo de Concreto.
- d. Gráficas de Control (de cada variables de cada material de cada planta).

Recibe las siguientes formas:

- e. Informe de Análisis de Cemento
- f. Informe de Pruebas de Agregados para Concreto
- g. Informe Diario de Condiciones de la Cámara Húmeda
- h. Informe del Muestreador.

4.4. Gerente Técnico.

- a. Genera la forma Control de Inventarios.
- b. Recibe todas las formas, excepto la Libreta de Campo del Muestreador, - ya sea para complementar, procesar, revisar, calcular, enviar o archivar.

5. INSTRUCTIVOS DE OPERACION.

Simultáneamente con los trabajos anteriores se elaborarán los instructivos de operación, sean para el sistema completo (adecuar los puntos tratados en el Capítulo 2 - con las necesidades y variantes propias de cada Empresa), los subsistemas necesarios y adecuados y los métodos y procedimientos específicos, entre los cuales se en encuentran las pruebas y determinaciones de laboratorio.

En el presente trabajo solamente presentamos un ejemplo de instructivo, quizá el - más importante de ellos y al que se le debe de tener mayor vigilancia y difusión en la operación que es el Manual para Muestreo de Concreto (Anexo "F"). Asimismo, a continuación enlistaremos los principales instructivos que deberán elaborarse para complementar el sistema, todos ellos basados, principalmente, en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.

- GT - 01 Sistema Genral de control total de la calidad .
- GT - 02 Producción de concreto: almacenes, dosificación, mezclado y transporte.
- GT - 03 Manual para Muestreo de Concreto.
- GT - 04 Muestreo del cemento en tolvas.
- GT - 05 Muestreo de arena y grava.
- GT - 06 Reducción de tamaño de muestras de agregados.
- GT - 07 Determinación del peso volumétrico del concreto fresco.

- GT - 08 Determinación de la consistencia normal del cemento.
- GT - 09 Determinación del falso fraguado y del tiempo de fraguado del cemento.
- GT - 10 Determinación de la finura del cemento con el aparato de Blaine .
- GT - 11 Análisis granulométrico de arena y grava.
- GT - 12 Determinación del peso volumétrico de arena y grava.
- GT - 13 Determinación de la densidad de la arena y la grava.
- GT - 14 Determinación de la absorción de arena y grava.
- GT - 15 Determinación del contenido de humedad de arena y grava.
- GT - 16 Determinación del contenido de polvo por lavado de arena y grava.
- GT - 17 Determinación del contenido de partículas ligeras y deleznales presentes en la arena y la grava.
- GT - 18 Determinación del contenido de limos y arcillas en arena y grava.
- GT - 19 Determinación del contenido de materia orgánica en arena y grava.
- GT - 20 Determinación del contenido de cemento por deshidratación en concreto fresco.
- GT - 21 Determinación del sangrado de concreto fresco.
- GT - 22 Cabeceo de cilindros de concreto.
- GT - 23 Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
- GT - 24 Muestreo del agua para concreto.

La clave " G T " significa "Gerencia Técnica" dentro del Manual General de Organización de la Empresa, en donde las demás Gerencias tienen sus propios instructivos de operación, formas de papelería, etc.

6. GRAFICAS DE CONTROL.

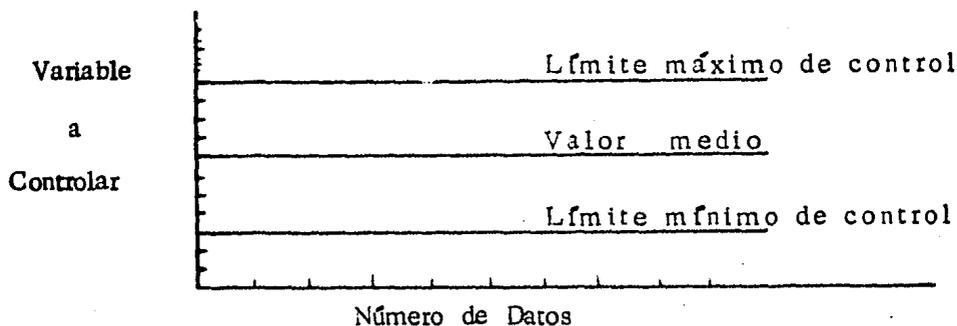
De los diferentes métodos estadísticos mencionados en el Capítulo 2 anterior, el que tiene una mayor importancia para utilización en nuestro sistema, es el de las "Gráficas de Control". Esto es debido, principalmente, a que para determinar la variable de control más característica del concreto, o sea la resistencia a la compresión, se destruye el producto, por lo que no puede haber verificación del resultado de la inspección y entonces se requiere de prevención a base de tendencias de las variables inspeccionadas; esto es posible solamente con las gráficas de control.

También se utilizará el Análisis Estadístico para una serie de datos consecutivos, - (20 ó 30), los cuales se generan en un tiempo que puede ser muy largo. Volviendo al ejemplo de la resistencia, para poder llegar al número de datos necesarios para el análisis estadístico, se requieren un mínimo de 28 días, para el primer dato y mucho más tiempo para el dato 20 ó 30, dependiendo de la producción. Así, no es posible utilizar el análisis estadístico como principal índice de control, ya que en el tiempo

en que se generaría, podría haber una cantidad de producto que, en su caso, habría salido de una mala calidad o a un alto costo de fabricación; lo que se reduce con las gráficas de control, que son aplicables en un mucho menor tiempo del anterior.

Haciendo un símil contable, el análisis estadístico es como el balance (mensual o anual), o sea una fotografía de los números en un instante determinado, que es estático; mientras que una gráfica de control es dinámica, como un Estado de Pérdidas y Ganancias. Sin embargo, ambas formas son necesarias en Contabilidad y unas conducen a otras, por lo que no se desechan ninguna de las dos. En igual caso, en nuestro sistema, las gráficas de control y el análisis estadístico tienen sus propias aplicaciones, que veremos posteriormente.

En este trabajo presentaremos únicamente un ejemplo de gráfica de control, en el Anexo "G", referido a un tipo de concreto, que servirá para comentar la forma de analizar los informes (punto 7 siguiente). En general, como ya vimos, las gráficas de control tienen el siguiente esquema: ;



- 6.1. El valor medio es el valor a controlar; por ejemplo: porcentajes ; el valor de la resistencia de proyecto, f'C; etc.
- 6.2. El límite mínimo es el valor mínimo que debe tener la variable a controlar, - que en nuestro caso está fijado por Normas Oficiales, que pueden mejorarse - combinadas con las políticas empresariales particulares y con el mercado mismo del producto. Por ejemplo: en la industria del concreto, la NOM-C-155 marca que para que un concreto sea de grado de calidad "A" (que es el común), la resistencia a la compresión debe tener:
 - a. Un máximo de 20 % de valores inferiores a f ' C (valor medio).
 - b. No más del 1 % de los valores debe ser inferior a f ' C menos 50 Kg/cm².
 - c. El promedio de siete valores consecutivos debe ser igual o mayor a f ' C , lo cual será comentado en el punto 7 siguiente.

6.3. El límite máximo generalmente lo fija la economía. Por ejemplo: entre más alto es el límite máximo de la resistencia, nos da mayor seguridad de nuestro concreto, pero nos eleva el costo, sin que podamos incrementar el precio de venta.

A continuación enlistaremos las principales gráficas de control que se llevarán dentro del sistema de control de calidad del concreto premezclado propuesto, por cada planta de producción:

Gráfica No. 1. Análisis parcial de cemento (el que se realiza en el laboratorio).

Gráfica No. 2. Análisis del cemento (el que se realiza en AMIC).

Gráfica No. 3. Análisis parcial de arena (el diario).

Gráfica No. 4. Análisis total de arena (el semanal).

Gráfica No. 5. Análisis parcial de grava (el diario).

Gráfica No. 6. Análisis total de grava (el semanal).

Gráfica No. 7. Análisis granulométrico de arena (por tamiz).

Gráfica No. 8. Análisis granulométrico de grava (por tamiz).

Gráfica No. 9. Peso volumétrico por tipo de concreto.

Gráfica No. 10. Control de resistencia por tipo de concreto.

Las gráficas 9 y 10, por ser elaboradas por tipo de concreto, de hecho son varias gráficas las necesarias: 20 ó 30 gráficas durante un año; inclusive, algunas de ellas pueden tener varias hojas, si se refieren al tipo de concreto surtido en mayor cantidad durante ese año. Por ejemplo: si tomamos 5,000 muestras en el año, el concreto tipo $f'c = 200 / N / 20 / 10$ no bombeable, que es de los que más se consumen puede ser el 30% de ellas, o sean 1,500 muestras (o datos), mientras que el concreto tipo $f'c = 300 / RR / 20 / 18$ bombeable solamente representa el 1% anual, o sean 50 muestras.

Asimismo, las gráficas 7 y 8 se encuentran por separado de los otros análisis realizados para arena y grava, porque la granulometría es una prueba muy importante de los agregados y conviene tenerla controlada por todos los tamaños de tamiz y no solo por unos cuantos.

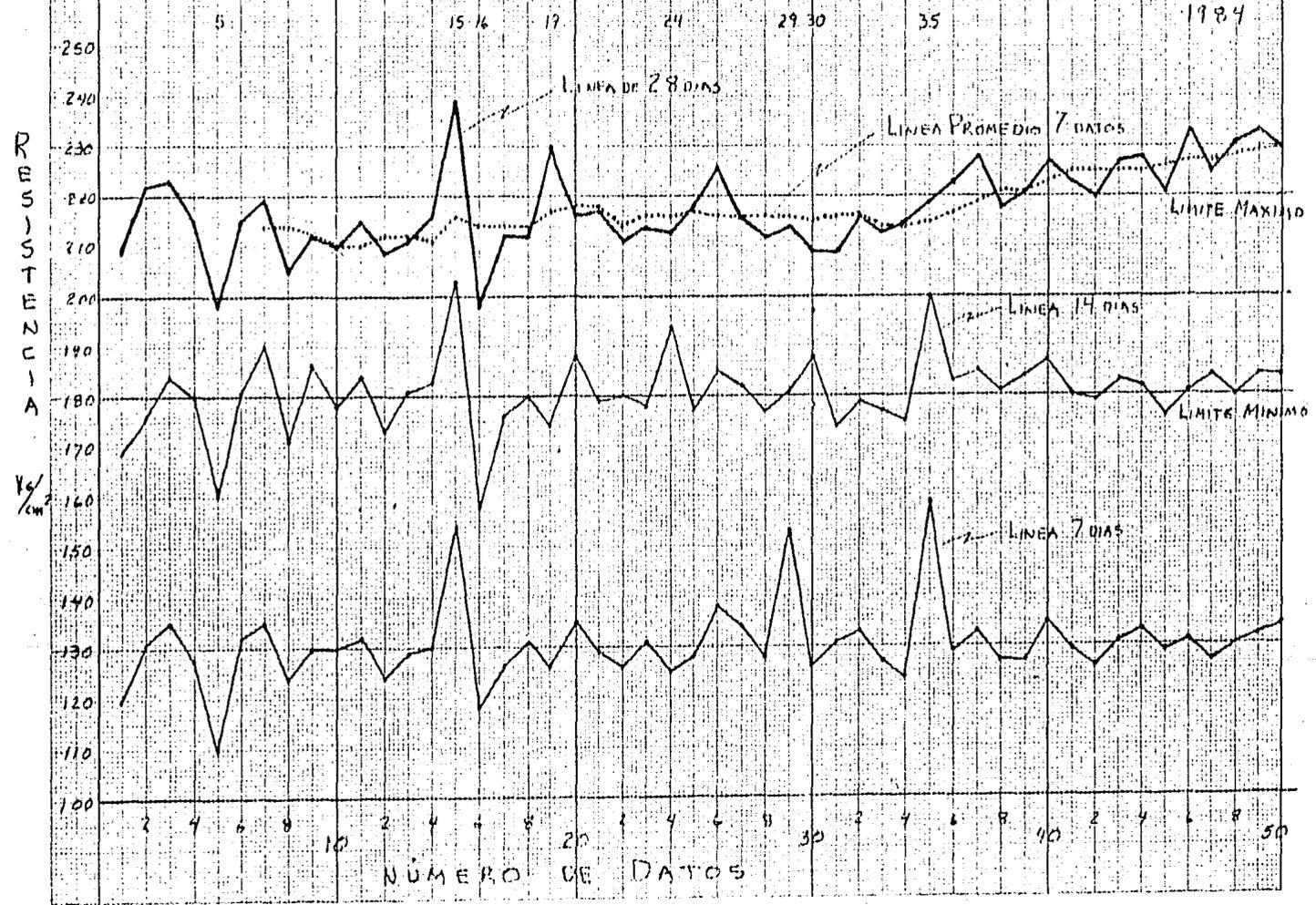
7. INFORMES.

En los Anexos "G" y "H" encontramos, respectivamente, un ejemplo de gráfica de control de resistencia por tipo de concreto y uno de análisis estadístico de cilin-

GRÁFICA DE CONTROL DE RESISTENCIA DEL CONCRETO 200/N/20/14 BOMB.

ANEXO G

PLANTA CENTRAL
1984



ANALISIS ESTADISTICO DE CILINDROS DE CONCRETO

ANEXO H

RESISTENCIA	TIPO	AGREG MAX	REV	BOMBEABLE
200	N	20	14	

PLANTA No. 1 CENTRAL AÑO 1984

FECHA	NUM. DATO (n)	REVE NM. OBT	NUMERO DE MUESTRA	Kg/cm ² de CILINDROS A EDAD				INTERVALO (Ri)	PROMEDIO			
				7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	28 DIAS		(Xi)	(Xi - \bar{X})	(Xi - \bar{X}) ²	
Énf 2	1	14	5	120	169	208	210	2	209	-5.5	30.25	
-	2	14	9	131	176	218	226	8	222	7.5	56.25	
-	3	13	17	135	184	215	230	15	223	9.5	72.25	
-	4	16	29	128	180	213	216	3	215	3.5	12.25	
-	4	17	33	110	160	195	199	4	197	-17.5	306.25	
-	6	15	61	132	181	211	219	8	215	0.5	0.25	
-	6	14	65	135	190	221	217	4	219	4.5	20.25	
-	6	15	69	124	171	204	205	1	205	-9.5	90.25	
-	7	13	73	130	186	213	210	3	212	-2.5	6.25	
-	7	12	81	130	178	207	213	6	210	-4.5	20.25	
-	8	14	85	132	184	216	214	2	215	0.5	0.25	
-	12	14	113	124	173	203	215	12	209	-5.5	30.25	
-	12	14	117	129	181	206	217	11	211	-3.5	12.25	
-	12	15	125	130	183	214	218	4	216	1.5	2.25	
-	13	15	129	154	203	233	239	1	239	24.5	600.25	
-	18	17	161	118	158	197	198	1	198	-16.5	272.25	
-	18	18	165	126	176	208	215	7	212	-2.5	6.25	
-	19	14	169	131	180	210	213	3	212	-2.5	6.25	
-	20	14	177	126	174	220	240	20	230	15.5	240.25	
-	21	15	193	135	183	215	217	2	216	1.5	2.25	
-	21	16	197	129	179	214	219	5	217	2.5	6.25	
-	23	14	211	126	180	209	213	4	211	-3.5	12.25	
-	23	13	219	131	179	220	208	12	214	-0.5	0.25	
-	24	14	223	125	174	211	215	4	213	-1.5	2.25	
-	25	17	257	128	177	213	223	10	218	3.5	12.25	
-	25	14	261	138	195	224	227	3	226	11.5	132.25	
-	30	15	259	134	182	215	216	1	216	1.5	2.25	
Feb 2	28	12	305	128	177	212	212	0	212	-2.5	6.25	
-	2	14	307	153	181	210	217	7	214	-0.5	0.25	
-	3	14	321	126	178	203	214	11	209	-5.5	30.25	
n: 30		(Σ) SUMAS						174	6435	1779.5		

$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = 214.5$
 $\bar{R} = \frac{\sum Ri}{n} = 5.8$
 $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n}} = 8.12$
 $v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100 = 3.8$

ELABORO

REVISO

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫

datos de concreto. Ambos se refieren a un mismo tipo de concreto y, de hecho, son los mismos números, sólo que presentados y analizados de forma diferente. Únicamente 30 puntos de la gráfica, de los 50 datos contenidos, corresponden a los del Anexo "H"; los otros 20 restantes son de otra hoja de análisis estadístico, que no se presentan en este trabajo.

7.1. En la gráfica de control encontramos cuatro curvas:

- a. Línea o curva de 7 días (que corresponde a los datos indicados en la columna 5 del análisis estadístico adjunto, Anexo "H").
- b. Línea o curva de 14 días (que es la columna 6 del Anexo "H").
- c. Línea o curva de 28 días (que corresponde a la columna 10, \bar{X} , del Anexo "H").
- d. Línea promedio. Que es la curva de control que nos marca la NOM-C-155 que fué mencionada en el punto anterior, obtenida con el promedio de 7 - muestras consecutivas.
- e. Asimismo, encontramos las tres líneas horizontales que nos indican nuestros valores máximo y mínimo, o sean 220 y 180 Kg/cm² y el valor de la resistencia de proyecto, 200 Kg/cm², que es el que debemos controlar. Originalmente se consideró un límite de $\pm 10\%$ del valor de la resistencia de proyecto como límites máximo y mínimo; posteriormente, estos valores deberán ser fijados analíticamente.

7.2. Análisis de la Gráfica. A primera vista encontramos que la gráfica se puede considerar consistente, y por lo tanto válida, puesto que las curvas presentan una correspondencia entre sí: picos coinciden con picos, simas con simas, puntos de inflexión, tendencias, etc. Sin embargo, es necesario analizar los valores para cada dato individual; al hacerlo, sobresalen los datos números 5, 15, 16, 19, 24, 30 y 35, que se comentan a continuación:

- a. Lo primero que hay que hacer es recopilar los Informes Diarios de Ensayes de cilindros (Figura No. 18), correspondientes a los datos que se van a analizar y observar la manera como se comportó la "Falla" durante el ensaye, que puede ser:



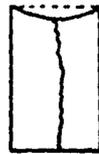
Falla Normal



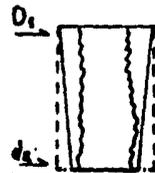
Molde mal nivelado



Mal enrase



Mal enrase



Molde en mal estado

- b. Los datos 5 y 16 concuerdan en una baja de resistencia y el dato 15 en un exceso de la misma. La causa más lógica de esta diferencia, es una mala dosificación por parte del pesador de la planta, que le faltó o le sobró cemento. Si le sobró cemento, afecta nada más el costo inmediato; pero una falta en el cemento puede salir más costosa, ya que representa un punto de inseguridad del concreto por parte del cliente y este puede, dependiendo del contrato establecido, volumen surtido, etc., hasta solicitar la demolición de lo colado. Aunque según esta gráfica se cumple con la norma NOM - C - 155, ya que únicamente existe un 4 % de valores abajo de f' C (2 datos de 50), debemos pugnar porque esto no pase, no solo con menor frecuencia, sino nunca.
- c. Los puntos 24, 29 y 30 , donde se observan picos fuera de lo normal en la línea del primer cilindro (7 días) o del segundo cilindro (14 días), indican que la causa más probable de la diferencia, sean fallas de ensaye por parte del laboratorista, debido a que, si se preparan y procesan cuatro cilindros de la misma forma, difícilmente pueden salir tres de ellos bien y uno mal, por culpa del concreto.
- También puede ser falla en el muestreo, ya que el muestreador pudo haber descuidado un cilindro al nivelarlo, muestrearlo o transportarlo. Otra causa es que se pasaron los días de ensaye apropiados, tanto al laboratorista como al Jefe de Laboratorio y se corrieron a 15 ó 16 días, en lugar de 14 , y a 8 ó 9 días, en vez de 7 días, o se atravesó un día festivo o fin de semana, etc. Estas son causas de menor probabilidad.
- d. El punto 19 nos muestra que el dato de 28 días no corresponde a la inflexión que debería tener la curva, para corresponder con las otras curva, sino que se eleva. Este es el resultado del ensaye de dos cilindros, por lo que, para poder analizar la causa, tenemos que correlacionarlos con los datos del Anexo "H"; ahí vemos que uno de los cilindros sí tiene cierta correspondencia con la curva, 220 Kg/cm^2 , pero el otro se elevó hasta 240 Kg/cm^2 , lo que dió un promedio de 230 Kg/cm^2 . Aquí se deduce que el cilindro que tuvo el resultado alto estuvo mal ensayado, con toda probabilidad; pero debemos investigar más a fondo, para hacer recomendaciones adecuadas a los posibles causantes. Sin embargo, hasta no tener una plena seguridad de que el dato es falso, debemos tomar la media, para cumplir lo indicado en la NOM - C - 155.
- e. En el punto 35 quizá sucedió lo mismo que en el 19, pero no tenemos elementos, en este trabajo, para su análisis, aunque en la realidad existe su correspondiente Anexo "H".

f. Observamos que la línea promedio de 7 datos sí cumple con la norma, ya que todos los puntos están arriba de $f'C$. También observamos que existe la tendencia, desde los últimos 15 datos, de estar e ir en aumento por arriba del límite máximo. Esto también merece la pena analizarse más a fondo, ya que pueden ser varias las causas:

1. Mala dosificación por parte del pesador, en el cemento o el aditivo.
2. Fallas en las básculas, por falta de limpieza y calibración.
3. Mejor rendimiento de los aditivos.
4. Mejor rendimiento del cemento.

Para poder tomar la decisión, en el caso que encontremos que estamos dosificando mayor cantidad de cemento, de reducir la cantidad de éste, debemos pensar en:

1. Hacer pruebas de mezclas en el laboratorio.
2. Tener una mayor cantidad de datos, para saber si sigue la tendencia al alza, se estabilizó o bajó la tendencia.
3. Correlacionar estos datos con las memas de cemento indicadas por el control de inventarios mensual.
4. Realizar pruebas exhaustivas antes de tomar la decisión, ya que puede ser preferible aumentar ligeramente los costos que arriesgarse a problemas con el cliente por falta de resistencia.

7.3. El análisis estadístico se utiliza principalmente para observar el comportamiento de la variable resistencia a la compresión del concreto, para obtener y comparar dos índices:

- a. El Coeficiente de Variación de la Resistencia, " V ", que es la relación de la desviación estándar, " σ ", sobre la media estadística de los valores, " \bar{x} ", expresado en porcentaje:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$$

La desviación estándar se calcula con la fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

donde: n = número de datos

\bar{x} = es la media aritmética de la resistencia a la compresión.

\bar{X}_i = es el promedio de la resistencia del concreto obtenida a la edad especificada (14 ó 28 días) del ensaye de dos cilindros no de cada uno de ellos individualmente.

El coeficiente de variación debe oscilar entre 3 y 8 %.

- b. El otro índice es el Coeficiente de Variación del Intervalo, que es la diferencia entre el ensaye de los dos cilindros de la edad especificada, tomados individualmente, y nos sirve para la calificación de los muestreadores y laboratoristas, utilizando las siguientes fórmulas:

$$(1) \quad \sigma_1 = \frac{1}{d_2} (\bar{R}) \quad y$$

$$(2) \quad V_1 = \frac{\sigma_1}{\bar{X}} \times 100$$

donde: \bar{R} = es la media aritmética del intervalo entre cada cilindro

d_2 = constante = 0.8865 para dos cilindros

d_3 = constante = 0.5907 para tres cilindros (si se usa)

V_1 = es el coeficiente de variación del intervalo

Si $V_1 \leq 4$, nuestro laboratorista es "excelente"

Si V_1 está entre 4 y 5 , nuestro laboratorista es "bueno"

Se V_1 está entre 5 y 6 , nuestro laboratorista es "regular"

En nuestro ejemplo del Anexo "H", debido a que utilizamos grupos de 2 cilindros, $d_2 = 0.8865$ y obtenemos que $V_1 = 3.05$, o sea que el trabajo para estos datos es "excelente".

8. RETROALIMENTACION.

Esta información de retroalimentación al sistema de control de calidad debe ser proporcionada por el Gerente Técnico, de la manera siguiente:

- 8.1. Informes de pruebas de agregados y de ensaye de cilindros del concreto suministrado por cada planta, al respectivo Jefe de Planta. Esto es con fines de información, ya que la responsabilidad del análisis y recomendaciones es exclusiva del Gerente Técnico para todas las plantas.
- 8.2. Informes mensuales, y esporádicos en su caso, a la Gerencia General, indicando comportamientos normales y anormales y recomendaciones, con fines de información y para que se tomen las decisiones necesarias al respecto.

- 8.3. Informes de costos mensuales del sistema a la Gerencia General.
- 8.4. Informes de resultados del muestreo a los clientes, por cada obra que se les - haya surtido, haciendo cortes mensuales de los pedidos, utilizando el conduc- to de Ventas para ello.
- 8.5. Recomendaciones, en su caso, al Comité de Fórmulas creado dentro de la Em- presa para analizar el cambio de éstas, ya que es una cuestión delicada, de - profundo análisis y que no puede ser decisión de una sola persona.
- 8.6. Recomendaciones a la Gerencia General para el mejoramiento del sistema de control de calidad. Un ejemplo de ello, podría ser la reducción de frecuencias de muestreo y de pruebas, debido a la mínima variación que presentan los re- sultados durante un período de mediano plazo; esto conduciría a una sensible - reducción de costos del sistema de control de calidad.

Capítulo 5 . CONCLUSIONES

1. La calidad de un producto es un factor muy importante del mismo, tanto o más que el servicio o el precio, sobre todo si este producto es elaborado para el consumidor final. Por ello, es importante que en México logremos conformar una economía de calidad : en la industria, el comercio, los servicios. En todos ellos interviene el factor CALIDAD en mayor o menor grado.
2. Pero no únicamente es decirnos "vamos a mejorar calidad". Debemos saber cómo y en qué medida: si en el diseño del producto, o en su proceso de fabricación o en su acabado final; con quién hacerlo, comenzando desde la Gerencia; cómo vamos a medir los resultados y analizarlos, sobre todo en el área de servicios, donde las medidas, algunas veces, pueden ser subjetivas. Todo ello nos conduce a estudiar perfectamente el tema e integrar un manual o sistema de control de calidad, que fundamente y apoye nuestro objetivo de "mejorar calidad", para que nuestro deseo no se quede en el aire.
3. El presente trabajo, aunque dirigido a una Empresa en particular, pretende servir de guía de acción a seguir para la planeación e implantación de un sistema de Control de Calidad en cualesquiera Empresas, como base y apoyo de la administración de la misma, complementado con el auxilio técnico necesario para las pruebas y análisis específicos a seguir en el laboratorio de esa Empresa.
4. Si con la lectura de este trabajo puedo lograr despertar o reanimar la inquietud del lector sobre la necesidad de mejorar la calidad de la actividad a que se dedica, y a su vez pueda comunicar dicha inquietud a quien le rodea y así sucesivamente, habré puesto mi granito de arena para un mejor desarrollo personal, de la sociedad y del país en general.

Capítulo 6. BIBLIOGRAFIA.

1. MODERN PRODUCTION MANAGEMENT, Edward S. Buffa, John Wiley & Sons, Inc. , 1965
2. TEORIA Y PRACTICA DEL CONTROL DE CALIDAD , Bernard L. Hansen , Editorial Hispano Europea , 1980.
3. CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD , A.V. Feigenbaum , Cía. Editorial Continental, 1978.
4. ABASTECIMIENTO , LA CIENCIA MODERNA DE LAS COMPRAS, Henry G. Hodges , Herrero Hermanos Sucesores, S.A. , 1961.
5. Tesis: PROPOSICION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA UNA FABRICA DE VIDRIO PLANO , Ricardo Alfonso Mérida Muro , ESIQIE , I P N , 1969
6. Tesis: MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACION DE RETENES METALICOS , Carlos Andrade López, Fac. Química, UNAM , 1983
7. Tesis : EL CONTROL DE CALIDAD : GRADO DE IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA EN MEXICO, Gabriel Ruiz Peniche, Fac. Química, UNAM, 1979
8. Tesis: NORMALIZACION Y CONTROL DE CALIDAD , Manuel Chávez Núñez , Facultad de Química , U.N.A.M. , 1974
9. CONCRETO PREMEZCLADO (NORMAS OFICIALES DE CALIDAD), publicadas por la Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado , A.C. (1980).
10. GUIA MAESTRA PARA CIRCULOS DE CALIDAD , Sud Ingle , Prentice Hall, Inc. , 1982
11. LA ADMINSTRACION APLICADA A LA MERCADOTECNIA , libro de texto del I.A.M.P. , Prof. Jaime Garduño , 1973.

Fig No II CONTROL DE MUESTRAS DE AGREGADOS

MATERIAL _____ PLANTA _____ MES _____ 198

DIA	NUMERO DE MUESTRA	FECHA DE RECIBIDO EN LABORATORIO	FECHA DE ANALISIS	ACEPTABLE		FECHA DE INFORME	OBSERVACIONES
				SI	NO		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

LABORATORISTA _____

JEFE LABORATORIO _____

GERENTE TECNICO _____

Fig No 13 DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO
DEL CONCRETO FRESCO NUM _____

PLANTA _____ FECHA _____

CLIENTE _____

DIRECCION OBRA _____

NUM. REMISION _____ HORA _____

CARACTERISTICAS CONCRETO f'c _____

PESO OLLA LLENA _____ KG

PESO OLLA VACIA _____ KG

PESO DEL AGUA _____ KG

1) PESO 'DEL CONCRETO EN OLLA _____ Kg
REVENIMIENTO OBTENIDO _____ Cm

2) VOLUMEN RECIPIENTE 14 Litros 14 Litros
PESO RECIPIENTE LLENO _____ Kg _____ Kg
PESO RECIPIENTE VACIO _____ Kg _____ Kg

3) PESO MUESTRA CONCRETO _____ Kg _____ Kg

4) PESO VOLUMETRICO DE
LA MUESTRA (3 ÷ 2) _____ Kg/M³ _____ Kg/M³

5) VOLUMEN DEL CONCRETO
EN LA OLLA (1 ÷ 4) _____ M³ _____ M³

6) PROMEDIO _____

MUESTREADOR

ENTERADO CLIENTE

GTE TECNICO

Fig. No. 14 LIBRETA DE CAMPO DEL MUESTREADOR

Será una libreta forma italiana abierta a doble página, donde se hará manualmente un rayado con las siguientes columnas:

- 1 a. Fecha de muestreo
- 2 a. Resistencia de proyecto (Kg/cm^2)
- 3 a. Tipo de concreto (normal o rápido)
- 4 a. Tamaño máximo de grava (mm)
- 5 a. Revenimiento de proyecto (cm)
- 6 a. Número de remisión
- 7 a. Número de olla
- 8 ava. Nombre del chofer de la olla
- 9 a. Dirección de la obra
- 10 a. Hora del muestreo
- 11 ava. Si es muestreo de rutina o en paralelo con el laboratorio del cliente
- 12 ava. Revenimiento obtenido con cono (cm)
- 13 ava. Número de cilindro
- 14 ava. Edad en días para fecha de ensaye de ruptura
- 15 ava. Fecha de ruptura
- 16 ava. Carga de ruptura (Kg)
- 17 ava. Resistencia obtenida por cálculos
- 18 ava. % de resistencia con respecto a proyecto
- 19 ava. Elemento colado (indicando nivel).

INFORME DE ANALISIS DE CEMENTO N.

Fig No. 15

PLANTA _____

MES _____

AÑO 19 _____

DIA	CONSISTENCIA NORMAL	TIEMPO DE FRAGUADO	FALSO FRAGUADO	FINURA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					

LABORATORISTA

JEFE LABORATORIO

GERENTE TECNICO

Fig No. 16 INFORME DE PRUEBAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO

MATERIAL _____	MUESTRA NUM. _____
PLANTA _____	FECHA RECIBO _____
PROVEEDOR _____	FECHA INFORME _____

	ARENA	GRAVA	
ENSAYE NUM _____			ARENA
PESO VOLUMETRICO SUELTO Kg./m ³ _____			RESISTENCIA ESTRUCTURAL (PROBETAS MORTERO CON A/C = 0.80 Y % FLUIDEZ 100 ± 5)
PESO VOLUMETRICO COMPACTO Kg./m ³ _____			RESIST. DE RUPTURA A LA COMPR. EN Kg./cm ²
DENSIDAD RELATIVA APARENTE _____			
% ABSORCION _____			MATERIAL
MATERIA ORGANICA (COLOR A.S.T.M.) _____			
MUESTRA LAVADA _____			ARENA ENSAY. (A)
MUESTRA SIN LAVAR _____			ARENA COMP. (B)
PARTICULAS LIGERAS _____			
PARTICULAS DELEZNABLES _____			RELACION (A/B) %
HUMEDAD _____			
LIJOS Y ARCILLAS _____			

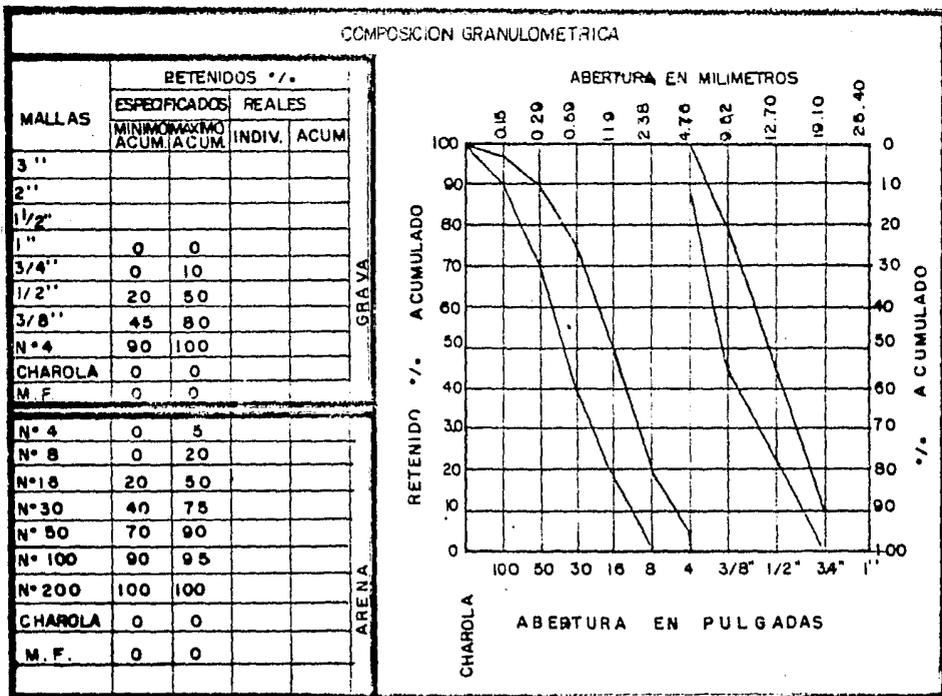


DIAGRAMA Y OBSERVACIONES

EL LABORATORISTA _____

EL JEFE DE LABORATORIO _____

GERENTE TECNICO _____

Fig No 17 INFORME DIARIO DE CONDICIONES DE LA CAMARA HUMEDA

PLANTA _____

MES _____

198 _____

DIA	LECTURA MA TUTINA			LECTURA VESPERTINA				
	HORA	TEMPERATURA MAXIMA	TEMPERATURA MINIMA	% HUMEDAD RELATIVA	HORA	TEMPERATURA MAXIMA	TEMPERATURA MINIMA	% HUMEDAD RELATIVA
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								

LABORATORISTA _____

JEFE DE LABORATORIO _____

GERENTE TECNICO _____

ANALISIS ESTADISTICO DE CILINDROS DE CONCRETO

Fig No 19

RESISTENCIA	TIPO	AGREG. MAX	REV

PLANTA No. _____

AÑO _____

FECHA	NUM. DATO (n)	REVE. NUM. OBT	NUMERO DE MUESTRA	Kg/cm ² de CILINDROS A EDAD				INTERVALO (R _i)	PROMEDIO			
				DIAS	DIAS	DIAS	DIAS		(X _i)	(X _i - \bar{X})	(X _i - \bar{X}) ²	
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											
	15											
	16											
	17											
	18											
	19											
	20											
	21											
	22											
	23											
	24											
	25											
	26											
	27											
	28											
	29											
	30											
n _r				(Σ) SUMAS								

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} =$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{n} =$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} =$$

$$v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100 =$$

ELABORO _____

REVISO _____

Fig No 21

CONTROL DE INVENTARIOS

PLANTA _____

MES _____ 198

DIA	EXIST. INICIAL	ENTRADA	CONSUMO	EXISTENCIA		EXIST INICIAL	ENTRADA	CONSUMO	EXISTENCIA	
				FINAL	DIAS				FINAL	DIAS
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
CONSUMO PROMEDIO DIARIO					CONSUMO PROMEDIO DIARIO					
ELABORO					AUTORIZO					

MANUAL PARA MUESTREO DE CONCRETO

1. GENERALIDADES

1. 1. Introducción

La intención de este manual, es servir de ayuda en su trabajo al personal que se dedica al muestreo de concreto, ya sea para el control de la calidad de la producción o para la verificación de la calidad.

Los muestreadores tienen la responsabilidad de tomar **MUESTRAS DEL CONCRETO QUE SEAN REPRESENTATIVAS**, para hacer con ellas la prueba de revenimiento o cualquiera otra determinación requerida, además de fabricar adecuadamente los cilindros o vigas que serán ensayados después de ser curados, para conocer el estado del desarrollo de la resistencia del concreto y juzgar su calidad a una edad especificada.

Muestreador, si eres empleado de una compañía productora de concreto, debes tener en cuenta que los resultados de las muestras que tomas, sirven para llevar el control de planta y que las muestras mal tomadas afectan la economía de tu compañía. Si eres empleado de un laboratorio que se dedica a la verificación de la calidad del concreto, debes saber que si haces bien tu trabajo, los resultados del ensaye de los cilindros o vigas que elaboraste, servirán para hacer un juicio justo de la calidad del concreto que está comprando quien contrató a tu laboratorio.

Aunque el trabajo que desempeñan ambos es similar y consiste básicamente en la toma de muestras para control, aplicando un procedimiento de muestreo al azar, existen diferencias

fundamentales en la finalidad del trabajo que desarrolla cada uno.

El trabajo de los muestreadores empleados por compañías productoras del concreto, puede desarrollarse en la planta o en la obra y tiene como objetivo el de controlar la calidad de la producción, mientras que el trabajo de los muestreadores empleados por laboratorios de verificación, debe desarrollarse en la obra y los resultados de las determinaciones y pruebas que se efectúan con las muestras que obtiene, deben transformarse en un reporte certificado.

En cualquier caso, los muestreadores deben saber que las muestras mal tomadas pueden conducir a un juicio erróneo de la calidad del concreto, causando problemas y pérdidas de tiempo, por lo que deben esforzarse en ejecutar su trabajo de manera adecuada.

Muestreador, antes de realizar tu trabajo debes ser entrenado por personal calificado y para que lo desempeñes de manera satisfactoria, necesitas conocer lo siguiente:

1. 2. Especificaciones

Las especificaciones en las que se te marcan de manera detallada, los procedimientos que se tienen que seguir para desarrollar tu trabajo de manera uniforme, son las siguientes:

Norma Oficial Mexicana NOM-C-155-1976
"Concreto Premezclado".

Norma Oficial Mexicana NOM-C-161-1974
"Muestreo del Concreto Fresco".

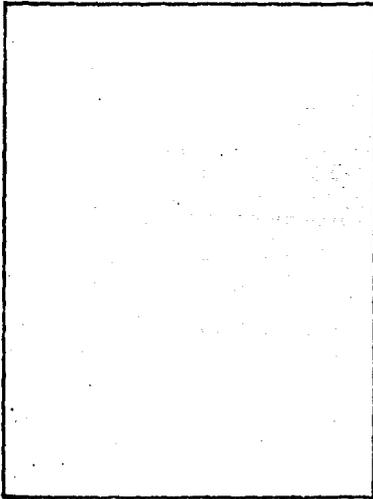
Norma Oficial Mexicana NOM-C-156-1974
"Determinación de Revenimiento del Concreto
Fresco".

Norma Oficial Mexicana NOM-C-159-1976
"Elaboración y curado en el Laboratorio, de
Especímenes de Concreto"

Norma Oficial Mexicana NOM-C-160-1976
"Elaboración y curado en Obra de Especíme-
nes de Concreto.

Norma Oficial Mexicana NOM-C-162-1976
"Determinación del contenido de aire, peso uni-
tario y rendimiento del Concreto".

Norma Oficial Mexicana NOM-C-157-1976
"Determinación del contenido de aire del Con-
creto Fresco, por el método de presión".



Para cumplir con los procedimientos que se
te indican en estas normas, se requiere de su
estudio y práctica constante.

1. 3. Equipo

El equipo que se emplea normalmente en el
desarrollo de tu trabajo y que debe cumplir con
los requisitos que establecen las normas men-
cionadas anteriormente, es el siguiente:



Carretilla de recipiente metálico, con capaci-
dad para contener 30 litros, como mínimo, equi-
pada con llanta neumática.



Charola metálica rectangular con capacidad
para contener 25 litros aproximadamente.



Cucharón metálico de tipo rectangular, con
capacidad de 1.5 litros aproximadamente.



Cubeta metálica con capacidad de 15 litros
aproximadamente, de dimensiones suficientes
para interceptar totalmente el flujo de la des-
carga del concreto.



Como para determinar revenimiento que tenga forma de un tronco de cono, de 20 centímetros de diámetro en la base inferior, 10 centímetros en la base superior y 30 centímetros de altura, provisto de dos estribos para apoyar los pies y dos asas para levantarlo.



Placa metálica plana cuadrada para emplearse como base en las determinaciones de revenimiento, de 45 centímetros por lado como mínimo y grueso de 1.27 centímetros aproximadamente.



Varilla de acero para compactar, redonda y lisa, que tenga diámetro de 16 milímetros y largo aproximado de 60 centímetros, ambos extremos de la varilla deben estar redondeados en forma de bola de 16 milímetros de diámetro.



Liana de yesero o cuchara de albañil.



Regla metálica para enrasar, que tenga dimensiones aproximadas de 30 centímetros de longitud, ancho de 2.5 centímetros y espesor de 5 centímetros; sus aristas deben ser rectas y estar libres de melladuras.



Moldes metálicos para cilindros, de 15 centímetros de diámetro interior y 30 centímetros de altura.



Moldes rectangulares para vigas, de 15 centímetros de altura por 15 centímetros de ancho y longitud de 50 centímetros.



Aparato medidor de aire por el método de presión.



Báscula de 125 kilogramos de capacidad, de doble barra, con aproximación de 10 gramos en su escala más baja.



Vibrador interno de flecha rígida o flexible, con diámetro del vástago de 4 centímetros como mínimo, capaz de producir 7,000 vibraciones por minuto o más.



Recipiente cilíndrico, metálico, rígido, para determinación del rendimiento volumétrico, que tenga las siguientes características:

Diámetro interior mm	Altura interior mm	Cuando el tamaño máximo nominal del agregado es hasta de mm
170	220	25
250	305	38
255	295	50
355	303	75

Este recipiente debe complementarse con una placa para enrasar, de cuando menos 6 milímetros de espesor, si es metálica, o de 12 milímetros de espesor si es de vidrio o de material acrílico.

1.4. Procedimientos de trabajo

Aunque en las especificaciones se te marca claramente la forma en que debes operar, en los siguientes capítulos se te indica la forma práctica de realizar tu trabajo:

2. MUESTREO

Este es probablemente, el procedimiento más importante dentro de todo el proceso de prueba del concreto, ya que si la muestra no es representativa y confiable, todos los pasos que siguen al muestreo se verán seriamente afectados, aunque al desarrollarlos se cumpla con los requerimientos establecidos en las normas. De acuerdo al "plan de muestreo" específico para la obra o planta en que te encuentres trabajando, en la que a cada una de las muestras obtenidas, le harás una o varias pruebas, aplica las siguientes indicaciones:

2.1. Equipo

Antes de proceder a tomar las muestras, ase-

gúrate de tener el siguiente equipo limpio y con las superficies que deben entrar en contacto con el concreto fresco, húmedas:

- Carretilla o cubeta (que no tenga fugas).
- Charola (que no tenga fugas).
- Cucharón (que cuente con su mango).

Además de lo anterior, debes tener siempre a mano tu libreta de reporte.

2.2. Procedimientos de muestreo

La muestra debe tomarse según sea el caso, del concreto fresco procedente de camiones mezcladores o agitadores, de mezcladoras esta-

cionarias, de pavimentadoras, o de camiones con caja de volteo.

2.2.1. Muestreo del concreto procedente de camiones mezcladores o agitadores.



Para garantizar la confiabilidad de los resultados, la muestra debe tomarse de cuando menos tres porciones diferentes de la carga, inter-

ceptando directamente el flujo de la descarga de la mezcladora, asegurándose de que la muestra se tome en el tercio medio de la misma, aunque la norma indica que se realice después de que se haya descargado cuando menos el 15 por ciento de la carga y antes de que se descargue el 85 por ciento de la misma.

El tiempo máximo que se debe emplear para tomar las porciones y completar la muestra es de 15 minutos.

Puedes obtener la muestra, pasando el recipiente (carretilla o cubeta) a través del chorro de descarga, o desviando completamente el chorro de manera que descargue completamente dentro del recipiente. La descarga nunca debe restringirse ya que esto provoca segregación.

Las porciones de muestra que obtengas, debes depositarlas en la charola y cuando tengas tu muestra completa, procede a remezclarla vigorosamente con el cucharón, hasta que observes que la apariencia de la mezcla es homogénea.

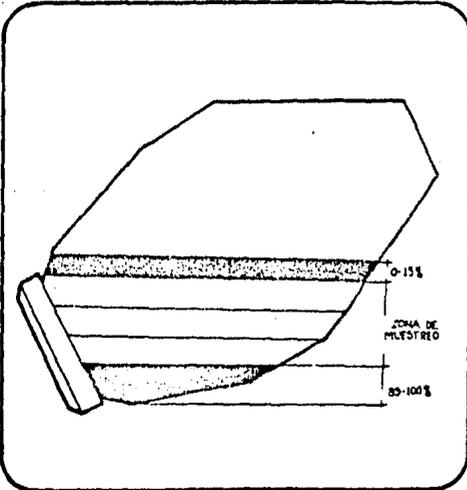
Evita que la muestra quede al descubierto por más de 15 minutos, ya que en este tiempo debes haber terminado de efectuar las determinaciones requeridas y elaborar tus especímenes.

2.2.2. Muestreo del concreto procedente de mezcladoras estacionarias.

Quando se muestrea de mezcladoras estacionarias, se procede de manera semejante a lo indicado en 2.2.1., pero teniendo en cuenta que las muestras se obtienen tomando un mínimo de tres porciones durante el segundo tercio de la descarga aproximadamente.

2.2.3. Muestreo del concreto procedente de pavimentadoras, o camiones con caja de volteo.

Para efectuar este muestreo, se requiere que el contenido de la pavimentadora o camión de volteo, sea descargado, la muestra se integra tomando concreto con el cucharón de cuando menos 5 lugares diferentes del montón descargado. Al tomar las porciones debe evitarse que contengan material de la base donde se hizo la descarga. El tiempo que el concreto permanezca sobre la base, antes de tomar la muestra, no



debe ser mayor de 5 minutos, sobre todo si la base es absorbente.

Las porciones de la muestra deben ser depositadas en la charola y cuando se tenga completa la cantidad requerida para las determinaciones que debes hacer y para los especímenes que debas elaborar, procede a remezclar vigorosamente las porciones, hasta que logres integrar una mezcla de apariencia homogénea.

2.3. Reporte

En tu libreta de reporte, anota con claridad de dónde, cuándo (fecha y hora) y para qué objeto tomaste muestras de concreto fresco. Asimismo, registra la localización o destino que se dio al concreto (dónde quedó colocado), es decir, en qué elemento se empleó: losa, columna, trabe, muro, etc.

2.4. Recomendaciones

2.4.1. Al muestrear concreto procedente de camiones mezcladores o agitadores, cuando éstos lleguen a la obra se te recomienda proceder como sigue:

Pide al operador la nota de remisión para verificar si los datos de resistencia, edad a la

que se garantiza, tamaño máximo del agregado, revenimiento, aditivo, etc., correspondan a lo solicitado.

En caso de que no sea así, avisa de inmediato a quien corresponda, para que se tomen las medidas necesarias.

Si los datos corresponden, procede a muestrear según se te indica en este capítulo y teniendo en cuenta las observaciones que se hacen en el capítulo 3. Revenimiento.

2.4.2. En caso de que el concreto muestreado presente indicios de fraguado falso, remezcla la muestra vigorosamente, hasta que sea evidente que el fraguado falso ha sido roto. Normalmente esto no sucede en camiones mezcladores, ya que el fraguado falso se rompe en el camión.

2.4.3. Es importante que inmediatamente después de que termines de remezclar, procedas a efectuar la prueba de revenimiento.

Debes tener en cuenta que el tiempo máximo de que dispones entre tener la muestra lista (remezclada) y usarla (moldear especímenes), es de 15 minutos.

3. REVENIMIENTO

Esta determinación es de gran importancia ya que con ella se decide si el concreto producido puede ser colocado. Una diferencia de 2.5 centímetros en la determinación, puede provocar el rechazo de una carga completa de concreto.

Debes tener en cuenta que si cometes ligeros errores de procedimiento se pueden ocasionar grandes problemas. Si la muestra no es representativa, si no humedeces el interior del cono, si no compactas varillando correctamente, o si no usas la varilla adecuada, la prueba no será representativa de la calidad real del concreto.

En virtud de lo anterior, es muy importante que ejecutes cada uno de los pasos de la prueba

de manera adecuada siguiendo el procedimiento que es simple y fácil de ejecutar.

3.1. Equipo

Al hacer la determinación del revenimiento, requieres del siguiente equipo limpio:

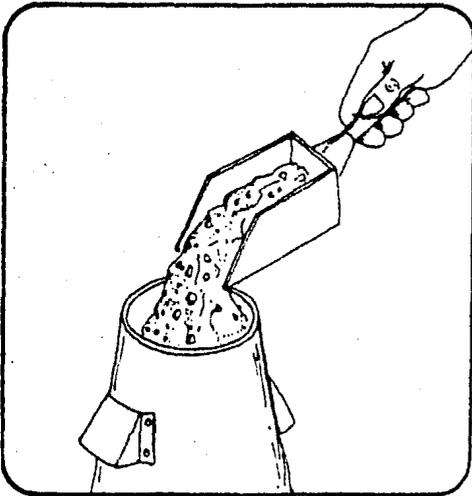
- Cono (con sus dos estribos y jaladeras).
- Cucharón (que cuente con su mango).
- Varilla para compactación.
- Cinta métrica.

3.2. Procedimiento de trabajo

Una vez homogeneizada la muestra, se selecciona una superficie plana, horizontal lisa, firme y no absorbente (que puede ser una placa

metálica). Se humedece esta superficie y el interior del cono, a continuación se fija el cono sobre la superficie húmeda colocando los pies del operador sobre los estribos (posición en la que deberá mantenerlos durante toda la operación del llenado y compactación) procediendo como se indica a continuación:

3.2.1. Llenado del cono y compactación. Debes llenar el cono en 3 capas, cada capa debe ser de aproximadamente un tercio del volumen total del cono y hacer la compactación, en la siguiente forma:

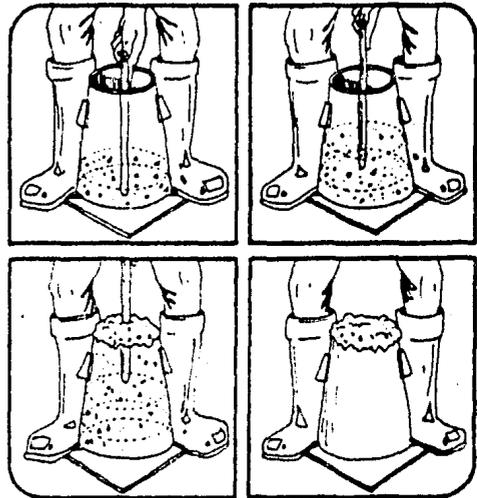


La primera capa, que debe tener una altura aproximada de 7 centímetros, se compacta con 25 penetraciones de la varilla, inclinándola ligeramente para compactar las orillas siguiendo una espiral hacia el centro.

La segunda capa, con la que debes alcanzar una altura aproximada de 15 centímetros dentro del cono, se compacta con 25 penetraciones de la varilla, de la misma manera que se hizo al compactar la primera capa, pero procurando que en cada golpe, la varilla penetre aproximadamente 2 centímetros en la primera capa.

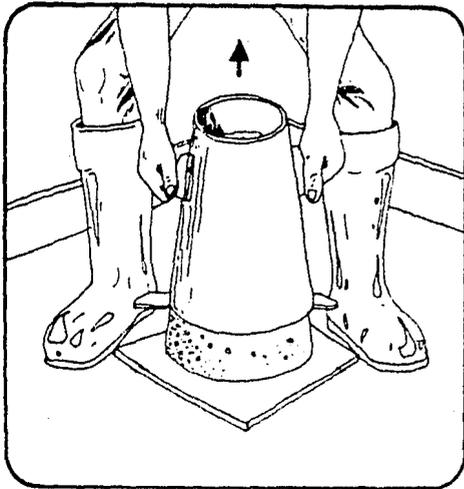
La tercera capa, con la que debe llenarse el cono y rebasar ligeramente el borde superior

del mismo, se compacta también con 25 golpes de la varilla; en cada golpe debes penetrar 2 centímetros aproximadamente en la segunda capa. En caso de que durante la compactación de esta tercera capa, el concreto quede por debajo del borde superior del cono, puedes agregar un poco de muestra y continuar compactando hasta completar el número de golpes especificados. De preferencia, agrega muestra después de los primeros 10 golpes y en caso de ser necesario después del golpe número 20.



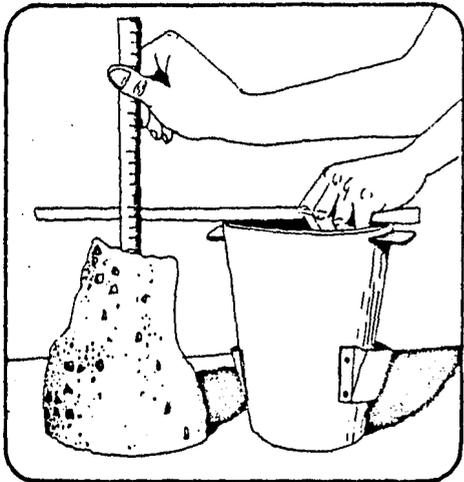
3.2.2. Enrasado y limpieza de concreto sobrante. Utilizando la varilla de compactación, enrasa el concreto apoyándote en el borde superior del cono. Una vez enrasado, limpia el exceso de concreto que haya alrededor del cono.

3.2.3. Levantamiento del cono. Después de enrasar y limpiar el exceso de concreto, procede a levantar el cono, de manera suave, (para permitir que el concreto al liberarse del molde se asiente de manera normal), alzándolo verticalmente y evitando giros o inclinaciones del cono que podrían arrastrar el concreto. Para levantar completamente el cono, requieres un tiempo de 5 más menos 2 segundos.



Debes tener en cuenta que para llenar el cono y levantarlo, dispones de un tiempo de 2 1/2 minutos como máximo.

3.2.4. Medida del revenimiento. Inmediatamente después de que levantes el cono, colócalo de cabeza junto al concreto asentado, poniendo la varilla acostada y horizontal sobre el borde del cono y en dirección de la altura promedio



de la base superior en el concreto asentado. Mide verticalmente con la cinta métrica, la diferencia que exista entre la altura del cono del metal y la porción central de la superficie del concreto asentado. Esta medida es la del revenimiento y debes reportarla con aproximación de un centímetro.

3.2.5. Si al medir el revenimiento encuentras que no cumple con las tolerancias especificadas, debes hacer una segunda prueba inmediatamente, con otra porción de la misma muestra o de otra muestra que tomes de la misma entrega. Si esta segunda prueba tampoco cumple, debes considerar que el concreto no ha cumplido con el revenimiento estipulado.

A continuación se indican las tolerancias, aplicables en la prueba de revenimiento según la Norma Oficial Mexicana NOM-C-155.

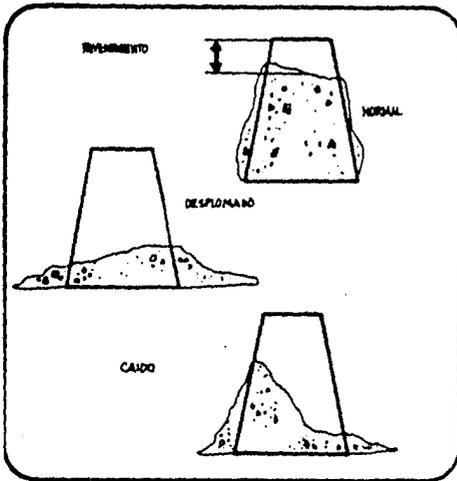
REVENIMIENTO ESPECIFICADO EN cm	TOLEBANCIA EN cm
menos de 5	+ 1.5
5 a 10	+ 2.5
más de 10	+ 3.5

El valor del revenimiento debe determinarse en un tiempo que no exceda de 15 minutos contados a partir del momento en que se inicia la descarga.

En el caso de que el constructor no esté preparado para que se efectúe la descarga del concreto, la prueba de revenimiento no servirá para la aceptación o rechazo si se efectúa en un periodo que exceda de 30 minutos contados a partir de la llegada del transporte, el cual debe mantenerse operando a velocidad de agitación hasta haber efectuado la descarga.

3.2.6. Puede suceder también que al hacer una prueba de revenimiento, caiga parte del concreto hacia un lado. Cuando esto suceda, no consideres la prueba como buena y efectúa una segunda prueba. Si en las dos pruebas el con-

creto cayó o se desvió hacia un lado, debes considerar que la prueba de revenimiento no es aplicable para ese concreto, ya que probablemente carece de la plasticidad necesaria para desarrollar esta prueba.



3.2.7. Para los casos en que ocurra lo que se indica en 3.2.5. y 3.2.6., debes medir de todas formas el asentamiento y reportarlo con la observación de "Desviado" a quien corresponda, haciendo las aclaraciones del caso para que se tomen las medidas necesarias.

3.3. Reporte

En tu libreta de reporte debes anotar la planta, número de camión, número de remisión, hora de llegada de la olla y la hora de muestreo, así como el valor del revenimiento con la observación de "Desviado" si esto ocurre y la localización del lugar en que se colocó el concreto.

3.4. Recomendaciones

3.4.1. Cuando efectúes el muestreo de concreto procedente de camiones mezcladores o agitadores, es conveniente que antes de iniciar la descarga, pidas que se haga girar el tambor de la unidad a velocidad de mezclado, durante dos minutos. Pide después de esto, que descarguen 1/4 de metro cúbico al final del cual toma una porción de muestra para hacer una **DETERMINACION PRELIMINAR DE REVENIMIENTO**. Procediendo de manera semejante a la forma en que tomas tus muestras definitivas, efectúa una prueba preliminar de revenimiento.

Si el valor obtenido de esta prueba es muy aproximado al solicitado y consideras que el concreto puede cumplir con el revenimiento especificado, pide que continúe la descarga y toma tu muestra en tres porciones (tal como se indica en el capítulo 2.—Muestreo), procediendo entonces a hacer las determinaciones que tengas en tu programa y moldear los especímenes si así requiere.

Si de la prueba preliminar, consideras que el concreto no pasará la prueba definitiva de revenimiento, debes notificarlo a quien corresponda, para que se tomen las medidas necesarias.

3.4.2. Es muy importante que cuando existan diferencias en el revenimiento que rebasen las tolerancias especificadas, lo informes inmediatamente al productor del concreto.

3.4.3. Si al encontrar diferencias en el revenimiento y notificarlo al constructor, éste insiste en usar el concreto, deberá firmar la remisión correspondiente y la responsabilidad pasa a ser suya, por lo que se te recomienda de manera especial, que anotes la localización del lugar o elemento en que se colocó este concreto.

4. MOLDEO DE CILINDROS

La forma más común para determinar la resistencia del concreto, es ensayar a la compre-

sión, cilindros de 15 centímetros de diámetro por 30 centímetros de altura.

Para que se pueda juzgar de manera adecuada la calidad del concreto, se requiere que los cilindros sean elaborados desarrollando correctamente los procedimientos especificados para el llenado de los moldes, compactación, enrasado e identificación. Debe hacerse notar que para la adecuada elaboración de cilindros, se requiere fundamentalmente que se hayan aplicado de manera correcta; los procedimientos de muestreo.

4.1. Equipo

Para efectuar el moldeo de cilindros, requieren del siguiente equipo:

Moldes (los necesarios para los cilindros que debas moldear, perfectamente sellados para evitar fugas y aceitados ligeramente con aceite muy delgado en las superficies interiores).

Cucharón (que cuente con su mango).

Varilla para compactación o vibrador (dependiendo del valor del revenimiento del concreto).

Regla metálica para enrasar.

Además de lo anterior, debes contar con el material necesario para proteger los cilindros después de moldeados (lienzos de plástico, costales de yute, etc.)

4.2. Procedimiento de trabajo

Revisa primero que los moldes estén sellados para evitar pérdidas de agua. Este sellado se logra aplicando en las juntas grasa para chasis, mastique, plastilina o grasa grafitada. Una vez que estén sellados, aceita ligeramente con aceite rebajado con gasolina las superficies interiores del molde. A continuación procede como sigue:

El lugar en que debes moldear los cilindros, debe encontrarse a cubierto y la superficie en que queden almacenados, debe ser horizontal, lisa y libre de vibraciones.

Se requiere que la temperatura de este lugar, pueda ser mantenida entre 16 y 27 grados centígrados.

Coloca los moldes sobre la superficie en el

lugar en que quedarán almacenados y procede con la muestra homogeneizada debidamente remezclada, a elaborar cada cilindro como sigue:

4.2.1. Llenado del molde y compactación por varillado. Debes llenar el molde en 3 capas, cada capa debe ser de aproximadamente un tercio del volumen total del molde.

Al vaciar cada capa, con porciones del concreto tomadas con el cucharón, debes girar éste sobre el borde del cilindro a medida que se vaya descargando el concreto, para asegurar su correcta distribución y reducir al máximo la segregación del agregado grueso dentro del molde.

En seguida, debes distribuir el concreto del molde con la varilla y proceder a compactar como se te indica a continuación:

La primera capa que debe tener una altura aproximada de 10 centímetros se compacta con 25 penetraciones, siguiendo el trazo de una espiral, de la orilla al centro.

Después de que hayas compactado la primera capa, si quedan oquedades superficiales, golpea ligeramente con la varilla varias veces, de abajo hacia arriba sobre el cuerpo del molde, para que cierren los vacíos que se hayan quedado, al compactar.

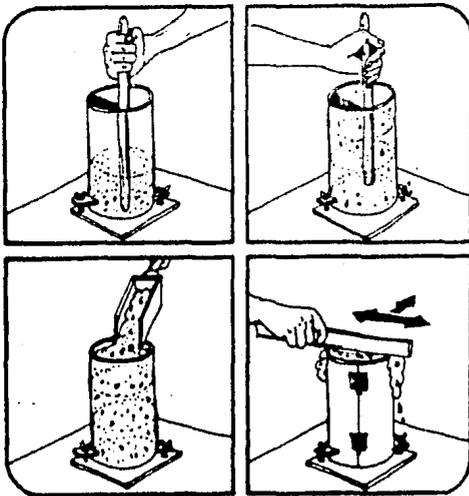
• La segunda capa, con la que debes alcanzar una altura aproximada de 20 centímetros dentro del molde, se compacta con 25 penetraciones de la varilla de la misma manera que se hizo al compactar la primera capa, pero procurando que en cada golpe la varilla penetre 2 centímetros aproximadamente en la primera capa.

Después de que hayas compactado la segunda capa, si hay oquedades, repite el golpeo lateral en la misma forma que lo hiciste en la primera capa, con la tercera capa, debes llenar totalmente el molde y agregar una cantidad extra suficiente, para que después de hacer la compactación, también con 25 golpes de la varilla que deben penetrar 2 centímetros en la segunda capa, el molde quede totalmente lleno con un ligero excedente.

Si hay oquedades, repite el golpeo lateral como lo hiciste en las capas anteriores.

Es muy importante que para compactar las capas, utilices la varilla especificada, ya que la punta redondeada desliza sobre el agregado al penetrar y permite que el concreto se cierre suavemente cuando se extrae la varilla. El uso de una varilla con punta plana, empuja el agregado grueso hacia abajo originando vacíos al extraerla.

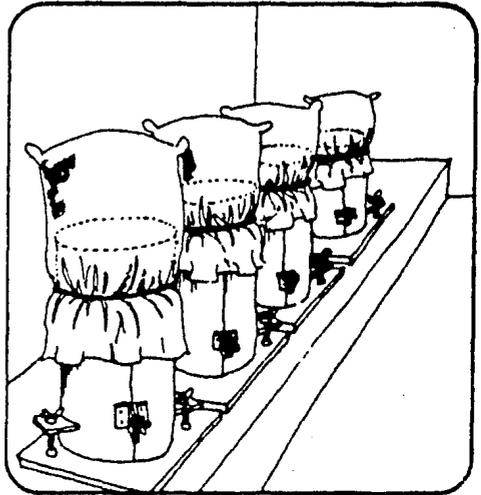
Enrasado. Elimina el exceso de concreto, pasando la regla metálica para enrasar con movimiento de vaivén sobre el borde superior del molde, el menor número de veces que te sea posible, para que obtengas una superficie plana y uniforme, que esté a nivel con el borde del molde y que no tenga depresiones o promontorios de más de 3 milímetros. Es importante evitar hacer pasadas en exceso que hagan sangrar el concreto.



Identificación. Para identificar los cilindros, marca con trazos muy finos sobre la parte superior del cilindro, las claves de identificación que tengas designadas.

Protección de los cilindros. Para evitar la evaporación del agua de los cilindros, recién

elaborados, debes cubrirlos inmediatamente después de la identificación, con una tapa de material no absorbente ni reactivo, o con una tela de plástico (polietileno) resistente, durable e impermeable, debidamente sujeta (con una liga).



4.2.2. Llenado del molde y compactación por vibrado. Debes llenar el molde de manera similar a lo indicado en 4.2.1., en dos capas en vez de tres y proceder a vibrar como se indica en seguida:

En la primera capa debes introducir el vibrador tres veces en diferentes puntos, verticalmente, sin tocar la pared ni la base del molde hasta que observes que el agregado grueso empieza a desaparecer de la superficie sin que aflore mortero en exceso. Al extraer el vibrador debes hacerlo lentamente para evitar que se formen vacíos.

En la segunda capa debes compactar, en la misma forma, pero al introducir el vibrador, debe penetrar dos centímetros en la primera capa.

Al terminar la compactación, debes efectuar el enrasado, identificación y protección del cilindro, tal como se indica en 4.2.1.

5. MOLDEO DE VIGAS PARA PRUEBA DE FLEXION

Cuando se requiere determinar la resistencia del concreto a la flexión, se elaboran vigas que generalmente tienen una sección transversal de 15 centímetros de altura por 15 centímetros de ancho y una longitud no menor de 50 centímetros. Estas vigas son adecuadas para el ensayo de concreto que tienen un tamaño máximo de agregado hasta de 5 centímetros.

Cuando el tamaño máximo del agregado es mayor de 5 centímetros, se deben elaborar vigas en las que la altura de la sección transversal no sea menor a tres veces el tamaño del agregado, con un ancho cuando menos igual a la altura, pudiendo ser mayor que ésta hasta media vez y una longitud igual a tres veces la altura más cinco centímetros como mínimo.

Debe hacerse notar, que para la adecuada elaboración de las vigas se requiere fundamentalmente que hayan sido aplicados de manera correcta los procedimientos de muestreo.

5.1. Equipo

Para efectuar el moldeo de vigas, requieres del siguiente equipo:

- Moldes (los necesarios para las vigas que debas moldear, perfectamente sellados para evitar fugas y aceitados ligeramente en las superficies interiores).
- Cucharón (que cuente con su mango).
- Varilla para compactación o vibrador (dependiendo del valor del revenimiento del concreto).
- Llana de yesero o cuchara de albañil.
- Regla metálica para enrasar.

5.2. Procedimiento de trabajo

Revisa primero que los moldes estén sellados para evitar pérdidas de agua o mortero. Este sellado se logra aplicando en las juntas, grasa para chasis, mastique, plastilina o grasa grafitada. Una vez que estén sellados, aceita ligeramente con aceite rebajado con petróleo, las

superficies del molde. A continuación procede como sigue:

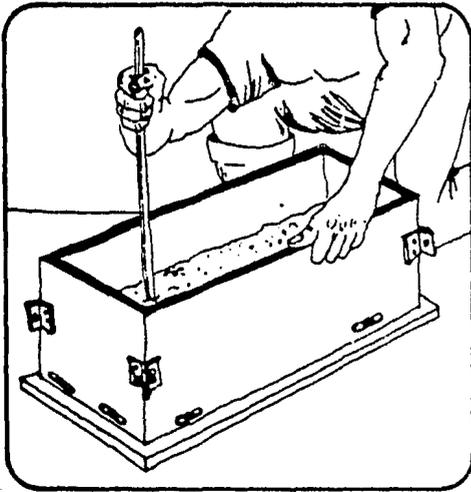
El lugar en que debes moldear las vigas, debe encontrarse a cubierto y la superficie en que deben almacenarse debe ser horizontal, lisa y libre de vibraciones. Se requiere además, que la temperatura de este lugar pueda mantenerse entre 16 y 27 grados centígrados.

Coloca los moldes sobre la superficie, en el lugar en el que quedarán almacenados y procede con la muestra homogeneizada y debidamente remezclada a elaborar las vigas como se te indica a continuación, tomando en cuenta que los concretos con revenimiento mayores a 8 centímetros se deben compactar por varillado, los concretos con revenimiento entre 3 y 8 centímetros se pueden compactar varillando o vibrando y los que tienen revenimiento menores a 3 centímetros, se deben vibrar.

5.2.1. Llenado del molde con compactación por varillado. Cuando el molde tiene entre 15 y 20 centímetros de altura, debe llenarse en dos capas, cada capa en este caso debe ser de aproximadamente la mitad de la altura del molde.

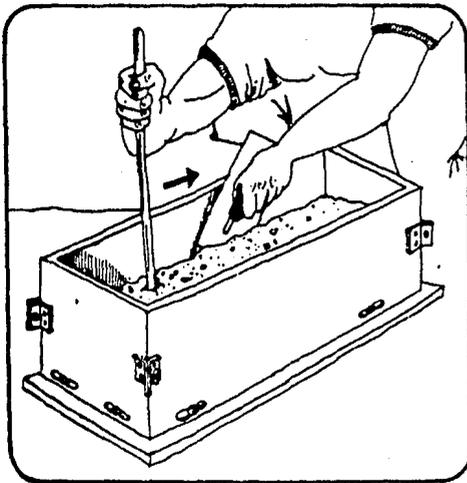
Cuando la altura del molde es mayor de 20 centímetros, se llena en 3 ó más capas de igual altura hasta un máximo de 10 centímetros por capa. Al formar cada capa porciones de la muestra que se toma de la charola, debe procurarse que éstas sean representativas de la mezcla, depositando el concreto en forma uniforme a todo lo largo del molde, procurando evitar la segregación del agregado grueso, llenando las esquinas y aristas con la ayuda de una charola de albañil. En seguida, utilizando la varilla de compactación se redistribuye el concreto dentro del molde y se compacta como sigue:

La primera capa, se compacta aplicando una penetración de la varilla, por cada 10 centímetros cuadrados de superficie del molde, es decir, en vigas de 15 x 50 centímetros deben hacerse 75 penetraciones distribuidas uniformemente



en toda la superficie; la varilla debe atravesar completamente la capa.

Después de compactar esta primera capa y antes de colocar la siguiente, si observas oquedades en la superficie del concreto, debes golpear ligeramente con la varilla las paredes del molde para que los vacíos que hayan quedado en el concreto se cierren. Posteriormente debes



introducir una llana de yesero o cuchara de albañil entre el concreto y las paredes del molde hasta tocar el fondo y recorrerla a lo largo de las paredes laterales y de los extremos.

En la segunda capa, el concreto debe rebasar ligeramente la altura del molde cuando éste es hasta de 20 centímetros y ser suficiente para llenarlo. Se compacta con igual número de penetraciones que la primera capa, pero procurando que la varilla atraviese en cada golpe esta segunda capa y penetre en la primera un centímetro aproximadamente, cuando la altura de las capas que se vacian es menor de 10 centímetros. Si la altura de las capas es de 10 centímetros, la varilla debe penetrar 2 centímetros en la capa inferior.

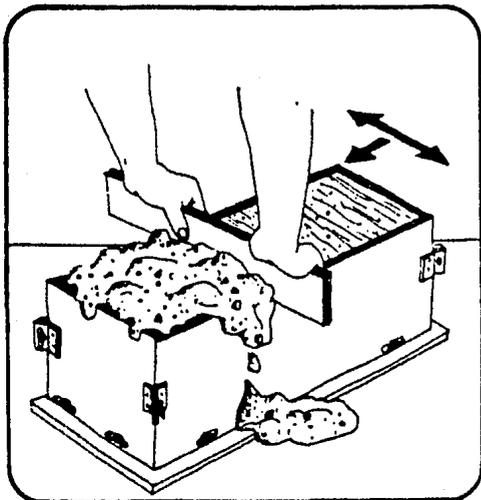
Después de compactar esta segunda capa, si se observan oquedades se procede a golpear con la varilla las paredes del molde y recorrer con la llana o cuchara de albañil las paredes, de igual manera que después de compactar la primera capa. La penetración de la llana o cuchara deberá ser suficiente para rebasar ligeramente la profundidad de la segunda capa.

En capas sucesivas, cuando el molde es de más de 20 centímetros de altura, se procede de igual forma que para la segunda capa descrita anteriormente, teniendo en cuenta que la capa final deberá ser suficiente para llenar el molde.

Es muy importante que al compactar las capas dentro de los moldes siguiendo el procedimiento de varillado, utilices la varilla especificada, ya que la punta redondeada desliza sobre el agregado al penetrar y permite que el concreto se cierre suavemente cuando se extrae la varilla. El uso de varillas con punta plana, achatadas o corrugadas, provoca que el agregado grueso sea empujado hacia abajo y se formen vacíos al ser extraída.

Enrasado. Elimina el exceso de concreto, pasando la regla metálica para enrasar con movimiento de vaivén, sobre los bordes superiores del molde el menor número de veces que sea posible para que obtengas una superficie plana y uniforme, que esté a nivel con los bordes y que no tenga depresiones o promontorios de

más de 3 milímetros. Es importante evitar hacer pasadas en exceso que hagan sangrar el concreto.



Identificación. Para identificar las vigas, marca con trazos muy finos, sobre la superficie expuesta, las claves de identificación que tengas designadas.

Protección de las vigas. Se debe evitar la evaporación del agua de las vigas recién elaboradas, para lo cual necesitas cubrir las inmedia-

tamente después de identificarlas, con una tela de plástico resistente e impermeable (polietileno) firmemente sujeta.

5.2.2. Llenado y compactación por vibración interna. Cuando se utilizan moldes hasta de 20 centímetros de altura, se vacía el concreto suficiente para llenar totalmente el molde y rebasar su altura en aproximadamente medio centímetro.

Procede a vibrar introduciendo el vibrador siempre en forma vertical en distancias no mayores de 15 centímetros sobre la línea central a lo largo del molde.

El tiempo de vibrado debe ser, en cada lugar en que se introduzca el vibrador, suficiente para que el agregado grueso empiece a desaparecer de la superficie sin que aflore mortero en exceso.

La extracción del vibrador debe hacerse lentamente para evitar la formación de vacíos.

Después de terminar el vibrado, golpea ligeramente con la varilla para compactación 15 veces cada una de las paredes longitudinales del molde, para tratar de eliminar los vacíos que hayan quedado.

Terminado lo anterior, procede a efectuar el enrasado, identificación y protección de las vigas como se indica en 5.2.1.

6. CURADO INICIAL

El que las muestras de concreto alcancen la máxima resistencia que pueden desarrollar, depende en gran parte del **curado inicial en sus moldes**. Es importante asegurarse que al moldear una muestra, los moldes sean estancos, para evitar pérdidas de agua.

En general, debe tenerse especial cuidado para evitar pérdidas de humedad y alteraciones que puedan producirse en el proceso de fraguado. Asimismo es importante mantener el con-

creto recién moldeado en condiciones de temperatura dentro de los límites especificados.

6.1. Condiciones de almacenamiento inicial

Durante las primeras 24 horas posteriores del moldeado, durante el descimbrado y hasta el momento de proceder al transporte al lugar donde serán curados hasta la edad especificada, los especímenes deben almacenarse bajo condiciones que mantengan la temperatura del ambiente entre 16 y 27 grados centígrados y con la protección necesaria para evitar la pérdida de humedad en ellos. Con este propósito es necesario que los especímenes sean mantenidos bajo techo, de preferencia en ambiente cerrado y cubierto, pudiendo ser almacenados en este período en cajas herméticas de madera, pozos con arena húmeda, dentro de bolsas de plástico

impermeables perfectamente cerradas, o siguiendo cualquier otro procedimiento que cumpla con los requisitos de mantener las condiciones de temperatura especificadas sin pérdidas de humedad.

Cuando los especímenes elaborados son de forma cilíndrica, el tiempo que deben permanecer dentro de sus moldes no debe ser menor de 24 horas ni mayor de 48 horas, en este lapso deben desmoldarse y transportarse inmediatamente, para continuar su curado.

Cuando los especímenes se elaboran en forma de vigas, deben permanecer en sus moldes durante 48 horas, después de las cuales deben ser transportados en sus moldes hasta el lugar donde deben ser descimbrados y continuar su curado hasta la edad especificada.