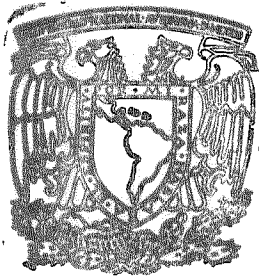


Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Estudios Profesionales ACATLAN

CARRERA: INGENIERO CIVIL



EL CONCRETO PREMEZCLADO Y SU CONTROL DE CALIDAD



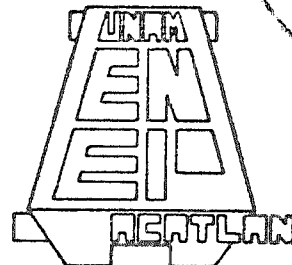
UNEP. ACATLAN
UNIV. DE CERTIFICACION
E INGENIERIA

7693436-8

T E S I S
Q U E P R E S E N T A

Arturo Somohano Méndez

M-DO 28671



ACATLAN EDO. DE MEXICO 1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

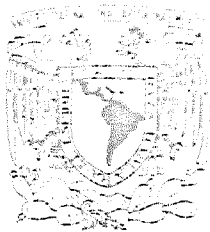


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA Y ACTUARIA.

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

CAI-C-020/82.

SEÑOR ARTURO SOMOHANO MENDEZ
Alumno de la carrera de Ingeniería Civil,
P r e s e n t e,

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 9 de marzo de 1981, me complace notificarle que esta -- Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "El Concreto Premezclado y su Control de Calidad", el cual se desarrollará como sigue:

- I.- Desarrollo histórico
- II.- Importancia y ventajas del control de calidad
- III.- Requisitos de calidad del concreto premezclado
- IV.- Sistemas para controlar y verificar la calidad del concreto premezclado
- V.- Aspectos que deben vigilarse en la certificación y control de calidad (laboratorios)
- VI.- Interpretación de resultados
- VII.- Conclusiones

Asímismo fué designado como Asesor de Tesis al se ñor Ing. Jorge Uriarte García, profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar - servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de -- Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en - lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título - del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimir se en el interior de la tesis.



t e n t a m e n t e

"I RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Acatepec, Méx., a 13 de Enero de 1982.

(Firma manuscrita)

ING. ALBERTO RAMIREZ ESCOBAR

ENEPE - ACATEPEC, Coordinador del Programa
COORDINACION DE Ingeniería y Actuaría,
INGENIERIA Y ACTUARIA

D E D I C A T O R I A

A mis padres:

ARTURO SOMOHANO DAVILA (Q. P. D.).

TAYDE MENDEZ LOPEZ VDA. DE SOMOHANO.

A mis hermanos:

RICARDO

TERESA

JORGE

AGUSTIN

ARMANDO

A mis Profesores.

A mis Amigos.

A mi Escuela.

CONTENIDO

Página

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I.	
DESARROLLO HISTORICO.....	3
CAPITULO II.	
IMPORTANCIA Y VENTAJAS DEL CONTROL DE CALIDAD.	
II.1.- Control de Calidad.....	8
II.2.- El Concreto Premezclado.....	23
II.3.- Métodos de Prueba para Verificar la Calidad.....	68
II.4.- Control de Calidad Estadístico.....	88
CAPITULO III.	
REQUISITOS DE CALIDAD DEL CONCRETO PREMEZCLADO.	
III.1.- Muestreo de Agregados.....	114
III.2.- Reducción de las Muestras de Agregados, Obtenidas en el Campo al Tamaño Requerido para las Pruebas.....	128
III.3.- Cabeceo de Especímenes Cilíndricos de Concreto.....	135
III.4.- Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto.....	147
III.5.- Determinación de la Resistencia a la Tensión por Compresión— Diametral de Cilindros de Concreto.....	154
III.6.- Peso Específico y Absorción en Agregados.....	160
III.7.- Humedad Superficial del Agregado Fino.....	174
III.8.- Contenido Total de Humedad de los Agregados Mediante Secado..	178
III.9.- Contenido de Aire, Peso Unitario y Rendimiento del Concreto..	181
CAPITULO IV.	
SISTEMAS PARA CONTROLAR Y VERIFICAR LA CALIDAD DEL CONCRETO PREMEZCLADO.	
IV.1.- Propiedades y Pruebas al Concreto Endurecido.....	191
IV.2.- Prueba a la Compresión Simple.....	200
IV.3.- Prueba de Flexión.....	216
IV.4.- Prueba Brasileña de Tensión.....	218
IV.5.- Prueba de Corazones.....	222
IV.6.- Prueba del Martillo de Rebote.....	224

IV.7.- Prueba de Resistencia a la Penetración.....	226
IV.8.- Prueba de Pulso Ultrasónico.....	229
IV.9.- Prueba de Extracción.....	234
IV.10.-Pruebas de la Composición del Concreto Endurecido.....	237

CAPITULO V.

ASPECTOS QUE DEBEN VIGILARSE EN LA CERTIFICACION Y CONTROL DE CALIDAD.

(L A B O R A T O R I O S)

V.1.- Requisitos que Debe Satisfacer un Laboratorio.....	240
V.2.- Personal, Equipo e Instalaciones Adecuadas.....	244
V.3.- Plantas Premezcladoras.....	253
V.4.- Muestreo de Concreto en Plantas.....	266
V.5.- Mezclado.....	268
V.6.- Cálculo de la Proporción Base para Concreto Premezclado.....	277
V.7.- Segundo Método de Proporcionamiento Base para Concreto.....	297
V.8.- Concreto Hecho en Obra.....	334

CAPITULO VI.

INTERPRETACION DE RESULTADOS.

VI.1.- Variación de los Resultados.....	338
---	-----

CAPITULO VII.

CONCLUSIONES.

VII.1.- Conclusiones Generales que Afectan al Concreto.....	347
---	-----

BIBLIOGRAFIA.....	351
-------------------	-----

INTRODUCCION

El presente trabajo está enfocado al tema del " Concreto - Premezclado y su Control de Calidad ", Porque es necesario darlo a conocer de una manera práctica, ya que en gran parte de las - - construcciones el personal encargado de la construcción no tiene el debido conocimiento de que es un concreto, así como también - desconocen las pruebas más prácticas que se deben hacer al concreto, así como también carecen del conocimiento de cómo tratar al - concreto, desde el momento en que se entrega hasta que este tenga las condiciones de trabajo desde el punto de vista estructural, - Por lo que es necesario dar a conocer las técnicas para poder controlar y verificar la calidad del concreto premezclado, ya que en toda obra de construcción se requiere de buena calidad, y una seguridad confiable.

Aquí veremos todo lo relacionado al concreto premezclado - desde los agregados que lo componen hasta obtener el diseño de - concretos que se necesiten, tomando en cuenta el tamaño máximo de agregado revenimiento y la resistencia, también se ven los concretos hechos en obra para dar mayor facilidad al lector tomando en cuenta que las proporciones de estos últimos son de menos calidad ya que éste tipo de concreto se hace por experiencia propia y que tiene el inconveniente de que las contaminaciones de los agregados son mayores y que no se puede cuantificar como es en el caso del - concreto premezclado.

Para no caer en el problema antes mencionado nos ayudaremos con los estudios de calidad y verificación del concreto premezclado y espero que sea de gran ayuda para los estudiantes de - Ingeniería Civil y Arquitectos pues es necesario adentrarse a las pruebas más importantes y prácticas que los mismos fabricantes - utilizan así como los laboratorios de control de calidad.

En este trabajo se maneja todo lo relacionado a control de calidad, que es la forma ordenada de un procedimiento de fabricación para obtener un producto dentro de ciertas especificaciones preestablecidas.

Verificación del control de calidad es como su nombre lo indica, verificar si ciertamente los resultados obtenidos cumplen con las especificaciones de fabricación.

Es necesario llevar un buen control de calidad en la elaboración de concretos premezclados, ya que siempre es más fuerte una reclamación de calidad del concreto que la reclamación por producción del mismo, es decir por ejemplo:

Si se tiene que un colado en una estructura da una resistencia menos establecida, para la compañía premezcladora se rá más fuerte reparar esta obra, que si el problema hubiera sido el volúmen o cantidad de concreto entregado. A lo primero se tendrían que hacer diferentes tipos de pruebas como son: extracción de corazones, prueba de martillo de rebote etc. y por lo tanto, para no llegar a ésto se puede preveer con el control de calidad y verificación, que por lo tanto, nos enfocaremos más en este tipo de pruebas.

Además tendre la oportunidad de dar un enfoque de lo que son las plantas premezcladoras así como también las pruebas de laboratorio que se realizan al control de calidad del concreto.

CAPITULO I.- DESARROLLO HISTORICO

"El uso de los cementos es muy antiguo, la evolución que ha tenido fue algo enérgica para llegar al presente estado de su técnica. Las civilizaciones muy antiguas, la egipcia, la Cretense antigua y otras, hicieron uso abundante de la mampostería de piedra - en la construcción, en la que algunas veces se usaba mortero. Podemos presumir que estos morteros evolucionaron hasta llegar a -- ser concretos toscos durante un periodo indeterminado en las historias de estas culturas"1

Los antiguos egipcios usaban un cemento que se fabricaba por un proceso de calcinación, siendo de esta manera la primera contribución a esta industria. Los romanos aumentaron el conocimiento y las técnicas adquiridas por los pueblos anteriores llevando los trabajos de Ingeniería Civil, incluyendo el uso del concreto a un nivel relativamente complicado. Los primeros morteros consistían de cal ordinaria o de cal Hidráulica y un material de relleno que se deterioraba rápidamente aun en los suaves climas mediterráneos.

Los Ingenieros romanos, sin embargo, mezclaron la cal y una ceniza volcánica especial para producir un cemento durable. Numerosas estructuras hechas con este material todavía están en pie como evidencia de la gran cantidad de este tipo de construcción.

En la Edad Media, generalmente, no hubo ningún proceso en el campo de la ingeniería, por lo que, solamente puede encontrarse muy poco en la literatura de los materiales cementantes en este periodo de la historia. Un Ingeniero Inglés muy distinguido, -- John Smeaton (el primer hombre al que se le pudiera llamar "Ingeniero Civil "), es quizá el primero que estudió los cementos. Hizo este estudio cuando fue comisionado para reconstruir el faro de Eddystone, encontrando que algunas calizas arcillosas parecían producir el mejor cemento hidráulico.

1) ANIO DESARROLLO HISTORICO, PUBLICACION No. 6
MEXICO, D.F., 1961.

En realidad, la invención del primer cemento Portland, un pariente algo lejano del cemento Portland que conocemos ahora, se le acredita con mayor frecuencia a Joseph Aspdin. En 1824 Aspdin obtuvo una patente británica para fabricar un producto al que llamó específicamente cemento portland. La importancia del trabajo de Aspdin en este revolucionario proceso se ha discutido, y solamente una investigación Cronológica muy minuciosa de la tecnología para la fabricación del cemento pudiera resolver la cuestión. Steinour ha efectuado esta investigación y ha sacado en conclusión que las temperaturas usadas para la calcinación pueden servir como eslabón crítico - por el cual esta industria ha entrado en los senderos actuales. Parece que varios investigadores contemporáneos, I. C. Johnson y - - William Aspdin en particular, usaron esencialmente los mismos materiales, pero que Joseph Aspdin calcinó realmente su producto a una temperatura arriba de su punto de fusión, combinando en esta forma casi toda la cal (CaO) libre y produciendo un producto superior.

La producción del cemento Portland en los Estados Unidos, se remonta al periodo de 1860 a 1870.

Los cambios en los procesos y en el producto desde la época de Aspdin tienen la categoría de refinamientos, tratando de producir un material perfectamente uniforme partiendo de materiales naturales, que tienen una composición algo variable.

Fue necesario conocer la verdadera composición química del cemento portland para este perfeccionamiento gradual. En 1887, Le Chatelier descubrió que el silicato tricálcico era el mineral sintético más importante en la escoria de cemento.

Desde esa época, el conocimiento de su composición ha continuado aumentando como resultado de los grandes esfuerzos empleados en la investigación; además, ordinariamente, los diferentes compuestos - se estudian intensamente utilizando técnicas avanzadas como la microscopía electrónica, y las determinaciones precisas de energía.

Otras investigaciones no tan fundamentales, han contribuido a la útil aplicación del cemento, y el descubrimiento de Abram de la relación agua-cemento, es quizá la más valiosa de las contribuciones. La importancia de esta ley se examinará con mayor detalle en una sección posterior que trata de la resistencia del concreto.

El empleo del cemento en una gran variedad de estructuras ha conducido a refinamientos en el tipo de cemento de que se disponía. Antes de 1930, sólo había un cemento de uso común.

" Desde esa época, los que lo utilizan han pedido cemento que endurezca rápidamente, que resista a los sulfatos, que desarrolle menos calor, o que satisfaga a otros requisitos especiales. La American Society for Testing and Materials reconoce ahora y especifica cinco tipos de cementos para satisfacer los requisitos especiales más comunes."²

Estos tipos Son:

Tipo I..- Este es el cemento portland ordinario para usarse cuando no se requieren propiedades especiales. Cuando el cemento portland ordinario va a estar expuesto al efecto de las heladas, entonces se especifica el tipo 1A. Este es semejante al tipo I excepto en que se le ha añadido un agente inclusor de aire.

Tipo II..- Este tipo es una ligera variación del tipo I y se usa cuando está indicada algo de resistencia a los sulfatos, o cuando es necesario un calor de hidratación algo menor. El Tipo IIA debe usarse cuando son necesarias simultáneamente elevadas resistencias a la helada y al efecto de los sulfatos.

Tipo III..- El cemento tipo III está proyectado para usarse donde es necesaria una elevada resistencia inicial debido a la situación especial de la construcción. Varios factores pueden contribuir a esta elevada resistencia inicial.

Primero, la resistencia inicial se puede aumentar químicamente usando un porcentaje más elevado de Silicato Tricálcico (C3S).-

Segundo, la hidratación y el endurecimiento se pueden aumentar físicamente moliendo el cemento en partículas más finas. El área de la superficie del cemento expuesta a la acción del agua, y por lo tanto la rapidez de la hidratación parcialmente depende de la finura de las partículas individuales del cemento. Para un peso dado de cemento, el área de la superficie, medida en centímetros cuadrados por gramo, será mayor para el material más fino. No solamente será la hidratación más rápida en el cemento fino, sino que también será más completa en un periodo de tiempo dado. El límite de la finura de molido ocurre cuando las partículas son tan pequeñas que pequeñas cantidades de agua las comienzan a hidratar destruyendo el cemento durante su manejo y almacenamiento. Además, se dispone del tipo III.- A Para las situaciones en las que es necesario un endurecimiento rápido y resistencia al efecto de la helada.

Tipo IV.- El tipo IV de cemento se utiliza cuando el calor de hidratación debe mantenerse en un mínimo absoluto. Como ya se ha mencionado, esto se puede efectuar químicamente usando cantidades mínimas de silicato, Aluminato Tricálcico.

Aunque el cemento se puede modificar para reducir el calor desarrollado, pueden ser necesarias otras medidas para controlar la temperatura en estructuras de concreto de gran espesor. Entre las medidas tomadas para el control del calor están las siguientes: El control de las temperaturas de colado en los materiales que constituyen el concreto y el uso de soluciones enfriadoras que se hacen circular por tuberías ahogadas en concreto.

Tipo V.- El tipo V se especifica para usarse en estructuras muy expuestas al efecto de los sulfatos. Esta condición se presenta con mayor frecuencia en las estructuras hidráulicas que llevan aguas con elevada proporción de álcali. La resistencia a los sulfatos puede aumentarse químicamente reduciendo la proporción de aluminato tricálcico.

El trabajo de perfeccionar el cemento portland hasta su estado actual de desarrollo ha sido un esfuerzo internacional. Le Chate -
Lier, Michaelis, y Vicat hicieron los primeros adelantos. Desde --
 los principios del siglo XX el United States Bureau of Standards, y,
 después, La Portland Cement Association han hecho contribuciones -
 importantes.

La Gran Bretaña, Suecia, Italia, Rusia, Canadá y Alemania han -
 hecho también contribuciones fundamentales al grupo de conocimien-
 tos que se refiere al cemento.

Por último en octubre de 1980 entra un nuevo tipo de cemento --
 puzolanico llamado C-2 el cual tiene como finalidad sustituir al -
 tipo C-1 (Que se divide en los cinco tipos mencionados anterior--
 mente), Para este tipo C-2 se estan haciendo estudio de especificaca
 ciones de acuerdo a la ASTM-C-150-61 que se refiere al cemento --
 Portland que trata de temas como son:

La composición química y Física, de su manejo, y de los métodos de
 prueba.

CAPITULO II

IMPORTANCIA Y VENTAJAS DEL CONTROL DE CALIDAD.

II. 1.- Control de calidad.

En la actualidad el control de calidad ocupa un lugar de gran importancia en el desarrollo industrial. Especialmente en la industria del concreto premezclado debido a las características y tecnología, ha sido necesario intensificar y optimizar las labores de control de calidad, por lo que, cada día se ha requerido de personal más capacitado para llevar a cabo ese control.

CONTROL DE CALIDAD.

" Es el conjunto de esfuerzos para la superación de calidad de un producto, con el fin de hacer posibles fabricación y servicio, a satisfacción completa consumidor y a un nivel económico!"¹

No debemos entender la frase " Control de Calidad ", como lo mejor en sentido absoluto; sino lo mejor para el consumidor dentro de ciertas condiciones. Estas condiciones pueden ser: Especificaciones que se fijen, el cumplimiento del material para con estas especificaciones, la acción que se desarrolla cuando no cumple las especificaciones y la tendencia para el mejoramiento de las especificaciones, el cumplimiento de estas depende de la mano de obra -- que se utilice para la fabricación del producto.

La fabricación del concreto puede ser en algunos casos solo la parte correspondiente a la dosificación y mezclado de los ingredientes para la obtención de un concreto que utilice un constructor -- en sus obras, tal es el caso del concreto premezclado, sin embargo, en otros casos la preocupación de la fabricación deberá incluir -- tanto la dosificación y el mezclado como el transporte, colocación vibrado, terminado, curado y protección y en los casos de prefabricación, también la transportación ya endurecido y su colocación en

1) EL CONGRESO IBEROAMERICANO DEL CONCRETO PREMEZCLADO CONTROL SELECTIVO DE LA CALIDAD. MEXICO. D.F. 6 DE SEPTIEMBRE DE 1979

las obras.

Una de las principales labores que actualmente se empieza realizar en las construcciones y compañías premezcladoras de concreto es " Verificar la Calidad del Concreto " que se utiliza y que se produce, para saber si es de la resistencia deseada y así, -- tanto el contratista como el productor esten tranquilos de saber que no tendrán problemas posteriores.

Normalmente las pruebas que hacen tanto productor como el contratista, están limitadas al revenimiento y resistencia a compresión, lo que lleva a tener poca información confiable de las demás propiedades, que originan fallas en las obras que pudiéndose preveer, no se les dió importancia. El dueño o contratista al contraer los servicios de verificación de la calidad, debe tomar en cuenta todo lo anterior y fijar debidamente los objetivos y metas para un producto confiable.

Se debe distinguir entre control y verificación, el control compete al productor mientras que la verificación corresponde al comprador, por lo que, los planes de muestreo e intensidad deberán ser diferentes y por lo tanto también el costo será diferente.

El costo del control de calidad normalmente no debe exceder del 1% del material que se trata de controlar.

Por control de calidad, entenderemos en este trabajo, el fijar un sistema tal que permita en una forma rápida pero segura, -- detectar los cambios que ocurren en los materiales constituyentes del concreto, tanto en sus características físicas como químicas y en su precio, así como los cambios que ocurren en la forma de actuar del personal encargado de las dosificaciones, transporte, -- etc., de manera que independientemente de esas variaciones, el -- concreto que surta la planta sea uniforme no solo en su resistencia, sino también en sus demás propiedades tales como durabilidad, color textura, etc., cuando ha endurecido, y trabajabilidad, temperatura, encojimiento, tiempo de fraguado, etc., cuando esta --

fresco. Se realiza una actividad conjunta del personal de manera de descubrir las variaciones y actuar corrigiendo las dosificaciones de inmediato antes de que se haya fabricado.

La función principal del encargado del control de calidad en una planta productora de concreto es dar las indicaciones para fabricar un concreto que cumpla con las especificaciones fijadas por el consumidor, así como dar las condiciones, recomendaciones y correcciones en el sistema de fabricación del producto para lograr que sea uniforme y cumpla con las condiciones requeridas para evitar quejas en contra del productor que a la postre significan pérdidas para la compañía.

Así mismo será el encargado de exigir el mantenimiento y la calidad de los elementos del equipo como también de asegurarse que el nivel de calidad, tanto de los materiales como del producto terminado, cumpla con especificaciones de calidad contenidas en el plan.

El grado de perfección o cuidado con que se ejecute cada acción podrá y deberá ser diferente, en algunas, casi se admitirá el descuido o la improvisación, con tal de obtener en otras la plena garantía de una calidad que conduzca a la del conjunto.

El control de calidad de las obras de Ingeniería se ha convertido hoy en una compleja ciencia; no cabe duda que constituye, por sí un nuevo campo con su propia metodología y con criterios específicos y privativos.

Un aspecto importante en la planeación y ejecución de un buen programa de control es la definición previa del nivel de calidad requerido en la construcción. En su planteamiento más simple, éste nivel puede definirse formulando tres preguntas fundamentales:

Qué se desea.

Cómo puede ordenarse y programarse la actividad que conduzca al logro de tal deseo.

Como determinar que se ha alcanzado lo que se deseaba.

En efecto, es una afirmación difícilmente discutible el que las grandes instituciones de proyecto y construcción tienen normas de control uniformes para todas sus obras, cuando la lógica y la búsqueda de lo esencial, de que atrás se habló, aconsejan evidentemente establecer normas de control y metas por conseguir diferentes para las distintas obras, diversas en sus características, riesgos e importancia.

Las tres cuestiones anteriores están interrelacionadas. En esencia, lo que se necesita podría en principio ser fijado en un " Sistema Cerrado ", en el cual el proyecto especificaría los requerimientos a conseguir y los resultados finales conseguidos podrían solamente servir como norma de experiencia para futuros proyectos.

Esta línea de acción es claramente ineficiente, desaprovecha muchas posibilidades de superación y expone a las obras importantes a quedar con defectos de difícil o imposible corrección. En rigor se necesita un sistema de acción susceptible de ser retroalimentado de manera que los requerimientos estén continuamente interaccionados con los logros parciales y de manera que el sistema para valorar los logros parciales esté, a su vez, retroalimentado por el conjunto de necesidades o requerimientos. Paralelamente, los requerimientos de la obra deben poder ser constantemente revisados a la luz de los logros parciales que se vayan viendo posibles.

Por otra parte las dos primeras cuestiones arriba escritas tienen que ver con la filosofía del proyecto y con la de la contratación. Al formular la Filosofía del proyecto el Ingeniero debe entender que la construcción no puede clasificarse simplemente en buena o mala, rechazable o aceptable, habrá siempre toda una gran duración posible a partir de las condiciones óptimas y deberán considerarse posibilidades de variación dentro del propio diseño, en relación a materiales y a técnicas constructivas, así como tolerancias en prácticamente todas las actividades. Estas tolerancias deben estar claramente especificadas en los documentos de contratación. Sólo dentro de este marco flexible podrán definirse realísta-mente las aspiraciones y requerimientos del Ingeniero.

La tercera cuestión de las señaladas exige un sistema de inspección, muestreo y pruebas que permita analizar las realidades de la construcción, así como las tendencias y oscilaciones de los trabajos. El hacer este programa tiene cuatro requerimientos básicos. En primer lugar, deberá fundarse en aspiraciones realistas, pues de otro modo sólo conducirá a confusión. En segundo lugar deberá fundamentarse en pruebas de significación relevante desde el punto de vista técnico, pues sólo éstas darán indicaciones apropiadas sobre el estado real del trabajo. En tercer lugar, deberá satisfacer una vez más la condición de que el sistema de inspección se refiera a los aspectos fundamentales del comportamiento de la obra y no a los accesorios.

En cuarto lugar, la interpretación del programa debe ser clara y poco controversial, para lo que un enfoque científico puede ser de gran ayuda.

Otro aspecto importante al contemplar las características de un programa de control de calidad, es que en realidad no debe -

afectar sólo a la construcción, sino que debe contemplar muy de cerca la futura conservación." La Institución responsable del control tiene que procurar perfeccionar continuamente los resultados de sus niveles y métodos de control, a la luz de los costos y necesidades de la conservación.²

Un aspecto fundamental en la definición de un programa de control también es el conjunto de especificaciones de construcción que se manejen, pues ellas fijan de un modo u otro muchas de las ordenanzas y programas que conducen a la consecución de los logros deseados y muchos de los métodos para determinar si se ha alcanzado lo que se desea. Es decir, las especificaciones manejadas por un Institución influyen y gobiernan en gran medida a las tres preguntas básicas que más arriba se formularon como el fundamento último de la filosofía del control.

Desgraciadamente existe una actitud no siempre sana en lo que se refiere al manejo de las especificaciones Institucionales por parte de algunos de los miembros del personal de cualquier gran Industria Premezcladora. Existe una marcada tendencia a idealizar las especificaciones en uso, colocando sus afirmaciones por encima de toda crítica; lo afirmado por las especificaciones no puede discutirse y cualquier criterio que las modifique es acusado de enfrentarse a la técnica, en nombre de la improvisación, cuando no de la ignorancia.

No se desconoce lo fundamental que resulta disponer de un cuadro completo de especificaciones técnicas de trabajo en cualquier gran Institución Constructora. Proporciona seguramente la única forma de manejar de un modo claro y razonable todos los aspectos legales de la Construcción, la contratación, la relación con las empresas contratistas, etc., a la vez que proporcionan un Substracto Fundamental que da unidad de estilo y calidad-

a la Institución que las maneja. Pero también es un hecho cierto que la " Santificación " de cualquier conjunto de especificaciones conduce a la rigidez mental y al anquilosamiento de las técnicas empleadas. Las Instituciones que dan un carácter excesivamente sacramental a sus normas técnicas suelen sentir al poco - tiempo grandes oposiciones internas a cualquier cambio en tales normas, con lo que su técnica se fosiliza.

Un conjunto de especificaciones no es más que el resultado - del trabajo en equipo de unos cuantos hombres señalados por sus - conocimientos y experiencias. Es lógico pensar que este grupo humano realice un excelente trabajo, produciendo normas razonables - y ajustadas a la impresión del momento. Pero sin duda está en la - mente de cada uno de los hombres de ese grupo la idea de que su - recomendación final ha de aplicarse a una obra cuyas característi - cas y circunstancias él no conoce; esta idea ha de forzarlo a ser prudente, por lo que no es raro que la obediencia ciega de normas técnicas preestablecidas a nivel internacional o nacional conduzca a trabajos conservadores y no óptimos, desde el punto de vista de la economía. El Ingeniero que juzga pecaminoso apartarse, aunque sea en mínima parte de las normas y especificaciones de su -- Institución está reconociendo implícitamente que un grupo de hombres distinguidos, reunidos atraz, es capaz de dar criterios de - mayor validez a su propia obra, a lo que se enfrenta hoy, de lo - que es capaz de hacer el actual grupo de trabajo, que comparte - las responsabilidades del momento.

Esta actitud es, por lo menos, injusta para los colegas de - un hombre de pensamiento tan rígido y evidentemente sacrifica mucha capacidad de selección y de decisión ajustada a las circuns--tancias de la obra concreta.

Es claro que cualquier Institución puede manejar las aparentes contradicciones anteriores de un modo lógico. Las especificaciones Institucionales deben manejarse, en primer lugar, como el marco legal de la actividad técnica y, en segundo, como la referencia última de la propia actividad técnica, válida en tanto no se le señalen limitaciones, variaciones o ajustes de detalle. Para todo esto último, cada proyecto importante deberá contener sus propias especificaciones complementarias, nacidas de sus características específicas; no debe tenerse miedo en producir unas especificaciones complementarias audaces, novedosas y ajustadas a los últimos datos de la experiencia y el conocimiento de las Instituciones.

Un conjunto de especificaciones técnicas, rector último de cualquier programa de control de calidad, debe ser competente, en el sentido de garantizar las normas esenciales de la calidad de la obra; debe ser también muy ajustado a las necesidades sociales y económicas de la nación que lo utiliza y también a sus características topográficas, climáticas, de tránsito, etc. En este sentido, la transcripción ciega de normas técnicas producidas por Instituciones de otros países, por avanzadas que parezcan en el campo estrictamente tecnológico, suele conducir sistemáticamente a políticas inadecuadas. Las especificaciones deben ser también muy realistas, ajustadas a, lo que debe lograrse dadas las características de un proyecto determinado y a lo que puede lograrse, dado el nivel tecnológico (Personal Obrero-especializado, idoneidad de laboratorios de obra, equipos etc.) del país que vaya a usarlas.

También deben ser capaces de garantizar que los materiales de calidad aceptable no serán rechazados.

Este es uno de los aspectos importantes que hacen que el-

seguir en muchos países las normas producidas por otros conduzca a errores de política. Es común, que las naciones cuyas especificaciones Institucionales se transcriben, sean no sólo avanzadas en el terreno técnico, sino también en el económico.

Ello va a conducir a este último a rechazar muchos materiales y técnicas de uso económico, que sus vías con niveles de -- tránsito muy inferiores, podrían utilizar perfectamente. Lo que en realidad va a suceder, es que el país menos económicamente desarrollado va a descubrir muy pronto lo inapropiado, para su propio consumo, de las normas que está siguiendo, lo que lo conducirá a violarlas sistemáticamente, generandose la consiguiente confusión. En rigor éste será el precio que siempre se pague por el uso de especificaciones no realistas.

"Otra condición básica de un conjunto de especificaciones - es contener tolerancias apropiadas, cuya fijación depende de un conocimiento completo de los factores que contribuyen a las variaciones de los diferentes conceptos. Debe existir una valuación de las consecuencias de exceder tales tolerancias. Puede ayudar el establecer una clasificación de lo críticos que pueden resultar las desviaciones y defectos que puedan presentarse, enseguida se propone la siguiente clasificación!"³

Crítico. El defecto que puede hacer al concepto muy peligroso, de no corregirse.

Importante. El defecto que puede afectar al comportamiento en forma seria.

Poco Importante. El defecto que puede afectar al comportamiento en forma poco seria.

De Contrato. La trasgresión del contrato que no tendrá consecuencias de importancia.

3) RICO RODRIGUEZ Y DEL CASTILLO. INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES. TOMO II, ED. LIMUSA.

En el caso de productos que son mezcla de otros, las especificaciones deben permitir reconocer con facilidad cual es el componente responsable de las principales características que -- pueda exhibir la muestra.

Otro aspecto importante de todo programa de control de - calidad lo constituye el conjunto de pruebas de laboratorio, que proporciona lo que pudiera considerarse la base, metodológica y - técnica del programa. Las pruebas de laboratorio con fines de -- control deben cumplir algunas características, fáciles de compren - der:

Estar dirigidas a la comprobación de las características esenciales.

Ser sencillas y rigurosamente estandarizadas.

Ser rápidas en su realización.

Ser de fácil interpretación

Requerir equipos económicos, fáciles de corregir y cali - brar y de manejo simple.

Sólo así se podrán tener resultados confiables en los labo - ratorios de pie de obra, que son los que han de realizar el con - trol, sin inferir o frenar los programas de construcción.

En efecto, no suele ser posible disponer en los laborato - rios de obra, de personal y equipo de calidad muy destacada, o - por lo que los requerimientos de laboratorio han de ser particu - larmente realistas en este concepto, de no verse envuelto en el - manejo de mucha información dudosa; por otra parte, el requisito - de rapidez es esencial y no precisa de ulterior discusión.

Otro constituyente de un programa de control de calidad es el criterio con el que habrán de manejarse los volumenes de infor - mación que resulten de las pruebas de laboratorio y de los infor - mes de quienes las interpretan en primera instancia y observan - día a día. Esta información deberá estar dispuesta para el uso fu

turo y ser difundida en todos los niveles institucionales interesados, pues es un elemento de excepcional valor para la formación de la experiencia institucional y para la planeación de futuros trabajos de mantenimiento o reconstrucción.

Los objetivos anteriores exigen el desarrollo de sistemas integrados de almacenamiento de información, disponibilidad de la misma, análisis periódicos y mecanismos de difusión. Sin la correcta operación de tales sistemas será realmente difícil hablar de "Experiencia Institucional", a un en organismos en -- que abunde el personal con experiencia individual adecuada. La implantación de un sistema de esta naturaleza será, sin duda, una de las más altas responsabilidades de quienes dirigen desde la cima.

Es inevitable que las decisiones de este grupo de alta dirección en lo referente a cualquier cuestión del área de control de calidad tienen que basarse en esquemas en que las relaciones costo-efectividad jueguen un papel de importancia.

Un defecto común en los programas de control de calidad, -- tal como se aplican algunas veces, es el ejercer la actividad después de ejecutada la obra objeto del control. Este orden de situaciones de hecho consumado, en las que el especialista de control no tiene ya más disyuntiva que la aceptación de la obra defectuosa o su rechazo, que siempre produce trastornos de tiempo y dinero y contra el cual suelen concitarse fuertes presiones, no todas mal intencionadas. Más bien conviene dividir el control en dos aspectos bien diferenciados.

Control e inspección de materiales, para asegurar que su trabajo satisfará los requisitos del proyecto. En una situación ideal convendría que este trabajo lo realizara la empresa premezcladora.

Aceptación, por parte del Ingeniero que representa a la - Institución Contratante, de los materiales y de los aspectos parciales de la Obra con ellos concluidos. Obviamente, los criterios de control, inspección y aceptación estarán fijados por las especificaciones generales del cliente y las complementarias del proyecto. Es realmente lógico y conveniente, aun cuando en muchos - países no se desarrolle así el control de calidad, que descansen en el fabricante de concreto el énfasis del control y verificación de calidad y en el cliente el de la aceptación; a despecho de lo anterior, es muy común que en muchos países la responsabilidad del control descansa por completo en el cliente, lo que no es idóneo, pues conduce a una separación excesivamente ayuda entre dos grupos que en principio tienen que ser colaboradores - - (Premezcladora y Cliente) y desinteresa al fabricante de muchos aspectos técnicos importantes, tendiendo a convertirlo en un mero ejecutor.

Complementando este punto de vista, debe verse como deseable el fabricante posea sus propios laboratorios y métodos de -- control.

Es usual que el cliente no tenga ingerencia legal en el - modo en como el fabricante hace su trabajo, los equipos que usa o la administración que implanta. Por ello, la realización de todas las partes de control por parte del cliente conduce a muchas contradicciones de hecho, pues el resultado por el que se lucha y la aceptación o rechazo del logro final se gestan por toda la cadena de trabajos del fabricante en la que el cliente no tiene ingerencia. No es imposible ver, cuando se trabaja con los lineamientos generales que se aumentan, como el cliente exige determinadas metas que el fabricante está imposibilitado de lograr, dada su organización de trabajo y el equipo que usa. La alternati-

va lógica a estas situaciones es obviamente, que el fabricante se responsabilice de la calidad de su trabajo, quedando a cargo del cliente sólo la verificación y aceptación finales.

Es también norma aún frecuente en muchas partes que el control de calidad se desarrolle con base en lo que podrian llamarse " Indices por conseguir ". Es decir que ninguna prueba puede tener un índice de calificación abajo de lo establecido.

El control se hace obteniendo muestras por diferentes procedimientos, que también para esta labor existen varios criterios, como se verá. Al probar cada una de las muestras no debe aparecer ninguna por abajo de lo establecido. Este sistema de medir la calidad de lo logrado adolece del defecto de no tomar en cuenta la realidad de los asuntos humanos. " Toda actividad realizada por los hombres está sujeta a muy complejas leyes de variación, a veces imposible de definir; otras excesivamente complejas para ser detalladas cuantitativamente⁴. La variabilidad emana frecuentemente de factores de heterogeneidad de los materiales y de los métodos de su manipulación; otras de factores circunstanciales o de ambiente en que los trabajos se realizan, todas las cuales son de imposible detalle.

Las ideas anteriores conducen a que si ha de respetarse un valor determinado de un índice específico, deberá intentarse sistemáticamente la obtención de un valor mayor en la obra; solo así se logrará tener sistemáticamente iguales o mayores a lo requerido, una vez que las realidades de la naturaleza impongan sus variaciones. Esta consideración lleva a pensar que para lograr sistemáticamente lo anterior y no correr riesgo de rechazo en ningún caso, hay que buscar lograr en la obra un índice bastante mayor, lo que conducirá por principio de --

4) RICO RODRÍGUEZ Y DEL CASTILLO. INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES. TOMO II, ED. LINUSA.

cuentas a gastos innecesarios, pues, lo mínimo establecido - será el tope de lo aceptado.

La búsqueda sistemática de un índice mayor que el seleccionado por el proyecto, simplemente para cumplir un requisito artificial, impuesto por el control, podría ser causa de serias deficiencias técnicas, tales como aumentado en el costo.

Las ideas anteriores, pese a ser comunes a todos los -- que tengan que ver con la elaboración de un producto, se han incluido con cierta insistencia, pues en ellas reside el fundamento de criterio que lleva a la necesidad de plantear el -- control de calidad sobre bases estadísticas.

Como resumen de todas las consideraciones anteriores, -- parece que el conjunto de cualidades que puede exigirse el -- control de calidad son las siguientes:

1.= Ser capaz de distinguir las desviaciones y deficiencias significativas, separando las características esenciales de la obra de las accesorias. Esta obligará a un control -- flexible y diversificado, adaptado a cada obra.

2.= Ser capaz de diferenciar las desviaciones o deficiencias inherentes a problemas de obra, de las emanantes de particularidades del muestreo o de la ejecución de pruebas de laboratorio.

3.= Ser capaz de ejercer oportuna vigilancia sobre los materiales que vayan a usarse, garantizando un comportamiento adecuado de los que se seleccionen para un cierto fin. En una situación parece conveniente que este aspecto del control sea cubierto por la empresa contratista a cargo de la obra. Además, ser capaz de establecer normas claras y seguras para la-

aceptación o el rechazo de trabajos parciales correspondientes a diferentes etapas de la obra, que dando el ejercicio de estas facultades a la parte contratante de la misma.

4.= Estar basado en normas expedidas, concordantes con los aspectos legales y de contratación de la obra y rápidas, de manera que la tarea del control no interfiera, a lo que - haga en lo mínimo, con el ritmo normal de la construcción.

5.= Estar basado en especificaciones competentes y - - realistas, adaptadas a las verdaderas posibilidades y necesidades de la obra y del ambiente técnico general.

6.= Estar fundado en técnicas de muestreo y pruebas de laboratorio objetivas, rápidas y sencillas; a la vez, debenser de fácil interpretación y parte de un esquema. Científico, que elimine hasta donde sea posible los juicios de decisión basados en apreciaciones estrictamente personales.

7.= Estar previsto en el proyecto, de manera que sus - interferencias y necesidades estén debidamente programadas y no sean causa de dilaciones inesperadas.

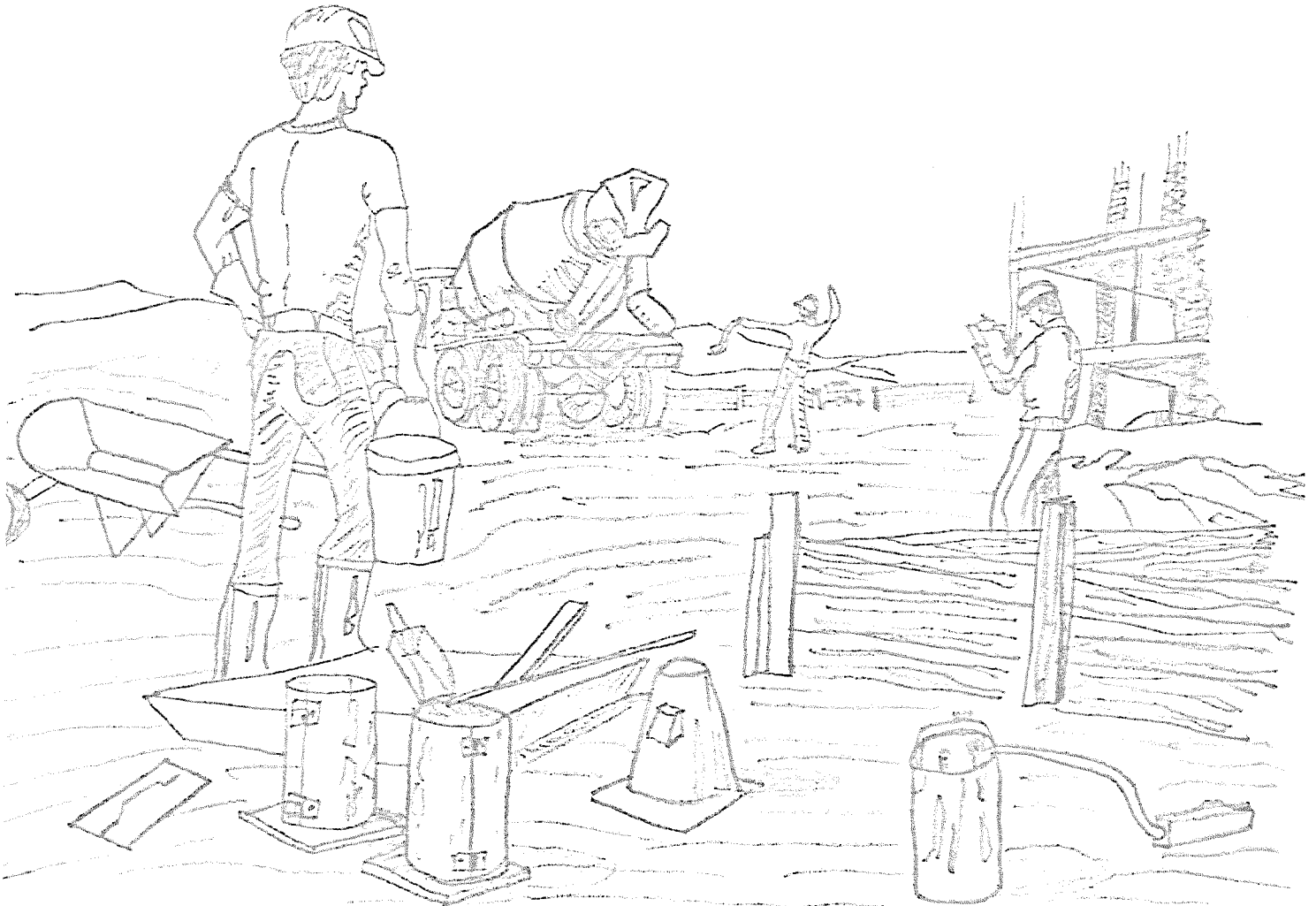
8.= Representar un criterio independiente, respecto al proyectista y al constructor. Para ello será preciso que goce de independencia jerárquica y administrativa en relación con ambos.

9.= Estar a cargo de personal capaz y penetrado del necesario espíritu de servicio.

11.- 2.- EL CONCRETO PREMEZCLADO.

Si en lugar de que el concreto sea dosificado y mezclado en la obra, se recibe de una planta listo para su colocación, se le conoce como concreto premezclado. Este tipo de concreto se usa extensivamente en muchos países, ya que ofrece muchas ventajas en comparación con el método clásico de manufactura de concreto en obra.

El concreto premezclado resulta particularmente útil en sitios muy congestionados, en la construcción de carreteras, y en general en todas aquellas obras en donde existe muy poco espacio para una planta mezcladora y para depósitos de agregados. La mayor ventaja del concreto premezclado es que puede ser elaborado bajo mejores condiciones de control de las que son posibles en construcciones de tamaño intermedio. El control debe ser fundamental, ya que la planta de premezclados opera en condiciones similares



a una fábrica, siendo por lo tanto posible un control minucioso de todas las operaciones de manufactura del concreto fresco." El manejo adecuado durante el transporte del concreto se garantiza mediante el uso de camiones agitadores, aún cuando la colocación y la compactación siguen siendo, por supuesto, la responsabilidad del personal de campo. El concreto premezclado puede considerarse como un producto manufacturado en fábrica, casi comparable con el acero, de tal forma que se reducen una gran parte de las incertidumbres y la variabilidad, asociadas con la producción del concreto en obra."¹

El uso de concreto premezclado tiene también ventajas -- cuando se requieren pequeñas cantidades de concreto o cuando el concreto va a ser colado con intervalos muy abiertos. Normalmente el precio del concreto premezclado es algo mayor que el del concreto mezclado en obra, pero esto puede compensarse con -- ahorros en los consumos de cemento, en la organización de campo y en personal de supervisión.

Existen dos clases principales de concreto premezclado. En la primera el mezclado se hace en una planta central y el concreto mezclado se transporta normalmente en camiones agitadores que revuelven lentamente el concreto, en forma de evitar segregación y pérdidas de trabajabilidad de mezcla. Este concreto se conoce como "mezclado en planta " y se distingue de la segunda clase de concreto llamado "mezclado en tránsito". En este último caso, los materiales se dosifican en una planta central y se mezclan en un camión mezclador, en tránsito hacia el sitio, o inmediatamente antes de que el concreto se descargue.

El concreto "mezclado en tránsito", permite acarreos mayores y es menos vulnerable en caso de demoras pero la capacidad del camión usado como mezclador, se reduce a las 3/4 partes del --

mismo camión usado para agitar concreto mezclado en planta. En algunas ocasiones el concreto se mezcla parcialmente en una planta central con objeto de aumentar la capacidad del camión agitador y el mezclado se complementa en tránsito.

La agitación se diferencia del mezclado únicamente por la velocidad de rotación de la mezcladora: La velocidad de agitación esta comprendida entre 2 y 6 revoluciones por minuto mientras -- que la velocidad de mezclado es de 4 a 16 revoluciones por minuto. De hecho existe un cierto traslape en las definiciones.

El principal problema en la producción de concreto premezclado es el de mantener la trabajabilidad de la mezcla hasta el momento de la colocación. El concreto pierde trabajabilidad con el tiempo y el manejo del concreto premezclado con frecuencia requiere lapsos de tiempo considerables. La pérdida de trabajabilidad se agrava con el mezclado prolongado y con las temperaturas elevadas.

En el caso de "Mezclado en Tránsito " no se requiere adicionar agua sino hasta el inicio del mezclado, aún cuando el -- tiempo en el cual el cemento y los agregados húmedos permanecen en contacto deberá limitarse a 90 minutos.

Muchas especificaciones imponen el mismo límite al tiempo de acarreo, de concreto "Mezclado en Planta ", y también es normal que se limite a 300 el número total de revoluciones durante el mezclado y el agitado. Sin embargo, el agitador hasta de 6 horas no afecta necesariamente la resistencia del concreto siempre y cuando la mezcla la permanezca suficientemente trabajable para una compactación total. A menos que la trabajabilidad inicial -- sea alta la pérdida causada por una agitación prolongada, resultará en un concreto de muy baja trabajabilidad.

Por esta razón en ocasiones el concreto se " retempla -- mediante la adición de agua, inmediatamente antes de la descarga;

la trabajabilidad se restaura pero debe tomarse en cuenta que - la resistencia a compresión resultante será afectada por la cantidad de agua adicionada a la mezcla.

El concreto es un material de construcción de características muy especiales ya que la base de su compra es su calidad, relacionada principalmente a su resistencia y, sin embargo, esta no puede ser verificada sino hasta después de su colocación y endurecimiento en la obra. Al emplear métodos de curado acelerado, que representan técnicas ya comprobadas y útiles para reducir el tiempo en que pueda calificarse y aceptarse el concreto, el problema se disminuye, pero sigue siendo inquietante al tener las estructuras coladas antes de conocer sus características finales de resistencia.

"El mejor sistema con que se cuenta a la fecha para reducir las posibilidades de deficiencias de calidad final, es la aplicación de controles efectivos en los ingredientes del concreto y en su proceso de elaboración, para así asegurar de antemano un producto dentro de especificaciones."²

COMPONENTES DEL CONCRETO

Descripción General:

Los materiales que normalmente integran un concreto hidráulico son los siguientes:

- Agregados Pétreos
- Cemento
- Agua
- Aditivos

Las variaciones de tipos y calidad de todos estos ingredientes son muy grandes si los consideramos en términos genera-

2) SAREH, "MANUAL DE CONCRETO PARTE I" S. MEXICO, D.F., 1970.

les. Sin embargo, debemos comprender que para cada obra en especial se deben realizar las investigaciones y estudios iniciales necesarios para definir los siguientes conceptos:

Fuentes de abastecimientos.

Tipos y características especiales dentro de la calidad que requiere la obra.

Diseños de proporcionamientos.

Especificaciones de obra.

Costos.

Los técnicos encargados de efectuar estos trabajos preliminares normalmente se apoyan en las normas oficiales o reconocidas, las que señalan pautas y límites dentro de los cuales se puede asegurar un comportamiento correcto de los componentes y del producto final. Sin embargo en ocasiones se ven obligados a rebasar algunos de estos límites por las características especiales de la obra, o por las limitaciones de la región en cuanto a fuentes de abastecimiento. Estas circunstancias deben ser tomadas en cuenta en los estudios y cualquier solución propuesta debe garantizar el comportamiento correcto de la estructura a pesar de aparentes deficiencias en los materiales. En estos casos, las especificaciones de obra deberán abarcar y limitar en forma realista las anomalías existentes, dentro de los rangos que el especialista juzgue conveniente.

Al iniciar la obra, el control de calidad se limita a -- detectar las variaciones de producción de los componentes y de su dosificación. Como ya se mencionó con anterioridad, del éxito de este control dependerá que se logre un concreto dentro de las especificaciones de calidad que se fijen para la obra.

Características y Control de los Componentes.

Con el fin de comprender los procesos y significado del -

control, es necesario conocer cuales son las características principales de los componentes y como afectan al comportamiento del producto final. A continuación se hace un resumen de estas características y de las necesidades de controlarlas durante el proceso de la obra:

Agregados Pétreos:

Podemos darnos cuenta de la gran importancia que tienen los agregados pétreos si consideramos que en una masa de concreto ocupan por lo menos el 75% de su volumen. Esto significa que sus características físicas, térmicas y, a veces químicas tendrán mucha influencia en las características y comportamiento del concreto.

Clasificación de los Agregados:

Los agregados pueden clasificarse de acuerdo a las siguientes características:

- Por su origen
- Por su peso
- Por su tamaño
- Por su forma y textura.

A continuación analizaremos cada una de estas propiedades:

Clasificación por su origen:

Las rocas se dividen en tres grupos principales que son los siguientes:

- Rocas igneas
- Rocas sedimentarias
- Rocas metamórficas

El origen de los agregados y su composición mineralógi-

ca es importante, principalmente en los estudios preliminares para definir la posibilidad de reacciones nocivas con los componentes alcalinos del cemento.

Aún cuando esto no es muy común, no debe descartarse esta posibilidad, sobre todo si no se cuenta con estudios o expe--riencias previas que aseguren la ausencia de efectos detrimentes al concreto.

En el caso de que ya estén aceptados los agregados, el --control puede reducirse a vigilancia de las fuentes de abastecimiento y pruebas aisladas para los materiales que presenten alguna duda.

Como el comportamiento de los materiales es muy variable, no existe la posibilidad de crear normas para aceptación o rechazo. Existen métodos de pruebas preliminares que indican la posibilidad de que existan reacciones deleterias en el concreto, pero la decisión final del empleo de un agregado debe basarse en investigaciones más completas que incluyan análisis de especímenes de concreto fabricado en condiciones reales.

Clasificación por peso:

Esta forma de clasificar a los agregados tiene mucha --utilidad, principalmente para conocer o diseñar el peso de --las estructuras de concreto. Así los agregados quedan divididos en los siguientes tres grupos: ligeros, normales y pesa--dos.

El control de esta característica es importante cuando el peso de la estructura influye en su diseño o su comportamiento.

Clasificación por tamaño:

" En forma general los agregados se clasifican en grueso--y fino, para lo cual ha quedado establecido como norma que el

límite que divide estas dos fracciones, en cuanto a su tamaño de partículas, es el de la malla No. 4, es decir, que el agregado grueso está formado por las partículas retenidas en dicha malla, hasta el tamaño máximo de partícula que se haya escogido para el concreto. Los tamaños máximos más comunes son de 3/4" a 1 1/2", sin tocar el tema de concretos especiales o ciclópeos. A su vez, el agregado fino se compone del material que pasa la malla No. 4, hasta las partículas más finas que contenga."³

La importancia de clasificar los agregados en grueso y fino es primordialmente para lograr, en la práctica, una combinación adecuada de estas dos fracciones, asegurando así una composición granulométrica correcta y suficientemente uniforme para obtener el producto final deseado. Si se intenta fabricar un concreto con un solo agregado, abarcando todos los tamaños de grueso a fino, las variaciones de granulometría se tornan difíciles de controlar y, por consiguiente, las variaciones en resistencia y otras características de este concreto serán más pronunciadas y probablemente fuera de límites permisibles. Por otro lado, si se pretende separar el agregado en mayor número de fracciones, teóricamente resulta un control más efectivo en cuanto a calidad, pero, en la práctica, resulta más complicado y oneroso por el incremento requerido de instalaciones y equipo. La experiencia ha indicado que esta separación en dos tamaños es suficiente para lograr los resultados prácticos adecuados para cumplir con la calidad que se desea.

Como se explicará más adelante, las variaciones importantes en composición granulométrica de los agregados producen cambios en las características del concreto y en la demanda de cemento, por lo cual es necesario observar estas prácticas recomendadas de clasificación para reducir los efectos indeseables al mínimo.

Clasificación por su forma y textura.

Las características de forma y textura tienen también efectos importantes en el concreto, sobre todo en cuanto a su compactación y su trabajabilidad. Existen varias clasificaciones para la forma de la partícula, de las cuales la siguiente es - un ejemplo:

Redondeada

Irregular

Lajeada

Angular

Elongada

Otro ejemplo es el siguiente:

Muy redonda

Redonda

Subredonda

Subangular

Angular

A la vez la textura puede clasificarse como sigue:

Vítrea

Lisa

Granular

Aspera

Cristalina

Porosa

Como ya se mencionó, la forma y textura pueden afectar la trabajabilidad del concreto, por lo cual también podrán alternar a la demanda del agua y del cemento y, por consiguiente a la resistencia final. La textura afecta también a la adherencia

que se desarrolla ante la partícula y la pasta de cemento, por lo cual nuevamente está influenciando a la resistencia del concreto.

Estas características se deberán tomar en cuenta para los estudios iniciales pero, una vez definidos los agregados, no es factible tratar de controlar sus variaciones, más que en casos muy contados, como sería por ejemplo, el empleo de equipo especial de trituración para mejorar la forma de la partícula.

Propiedades Físicas de los Agregados.

Las principales propiedades de los agregados que interesan al técnico que diseña y elabora el concreto son las siguientes:

Composición granulométrica

Peso específico

Absorción

Peso Volumétrico

Substancias deletéreas

Sanidad

Resistencia

A continuación haremos un breve análisis de cada una de estas propiedades.

Composición Granulométrica

La composición granulométrica es la distribución de tamaños de partículas, determinada en laboratorio por medio de una separación mecánica efectuada con mallas reglamentarias. Los valores que se obtienen mediante esta prueba, expresados como porcentajes retenidos, o que pasen las diversas mallas, se tabulan y se grafican para su interpretación.

La granulometría de los agregados juega un papel de máxima importancia en las características del concreto. Las variaciones-

en graduación de los agregados alteran a una serie muy compleja de factores, empezando por el área específica del material pétreo, que a su vez afecta a la trabajabilidad del concreto y a la demanda de agua y cemento.

Como resultado también se afecta a la compactación de la masa de concreto y otras características tales como el acabado, la segregación y el sangrado.

Como puede deducirse de lo anterior, es importante hacer un diseño adecuado del concreto tomando en consideración todos los efectos que produce la granulometría de los agregados, pero es aún más importante controlarlos para evitar cambios significativos que, de permitirse, provocan trabajabilidad variable, la cual comunmente se corrige en la obra mediante ajustes del contenido de agua. Esto a su vez, provoca variación en la resistencia.

Las normas oficiales señalan límites de graduación óptima para los agregados grueso y fino. Aún cuando no siempre es posible ajustarse a ellos, constituyen un criterio definido de las tendencias que deben buscarse para obtener el mejor comportamiento de los agregados.

La verificación de la granulometría para los agregados se hace mediante una prueba bastante sencilla de clasificación de las partículas del material por una serie de mallas, de aberturas especificadas.

La gráfica correspondiente de los contenidos en cada malla se dibuja y se compara con las curvas de límites establecidos. La frecuencia de estas pruebas puede ajustarse de acuerdo a las posibilidades de variación de los agregados.

Por otro lado, el problema de control de los agregados para evitar variaciones importantes en su granulometría dependerá del tipo de fuente de abastecimiento de que se disponga. --

Cuando los materiales son producto de trituración se puede esperar una uniformidad relativamente buena y el control se reduce a evitar cambios exagerados de los frentes de explotación y alteraciones del equipo de trituración por desgaste. En cambio, cuando los materiales se adquieren en bancos de agregados naturales, de tipo de minas o depósitos del río, pueden encontrarse ambos casos, el de agregados uniformes o el de agregados heterogéneos. En este último caso puede requerirse algún proceso complicado de clasificación o lavado del material para lograr la uniformidad exigida por las especificaciones de la obra.

Peso Específico, Absorción y Peso Volumétrico

"Estas características son importantes para los estudios -- iniciales del concreto, ya que todos estos valores intervienen en el diseño de los proporcionamientos para las resistencias especificadas de proyecto. Además el peso específico da una buena idea de la composición física de las partículas individuales, -- que a su vez proporciona datos para calificar al agregado como ligero o pesado y para tener un indicio inicial sobre resistencia potencial. El peso volumétrico también califica al agregado en características semejantes, pero en este caso se refiere al conjunto de partículas en vez de a las partículas individuales.

Por su parte, la absorción proporciona idea de la porosidad del material, que estará influenciado a su vez a características tales como su densidad aparente, textura, demanda de agua y resistencia estructural."⁴

Como estas propiedades pueden cambiar para un mismo agregado durante su proceso de explotación, se hace necesario realizar un control adecuado, verificando sus valores periódicamente, para contar con datos oportunos para aplicar los ajustes correspondientes a los proporcionamientos del concreto, durante su elaboración.

Substancias Deleténeas.

Es difícil encontrar agregados totalmente libres de impurezas, por lo cual las normas reconocidas fijan las tolerancias o límites permisibles para contenidos de las substancias más comunes que se encuentran en los agregados y que pueden perjudicar al concreto si exceden a dichos límites.

Estas substancias se resumen a continuación:

Para agregado fino

- Impurezas orgánicas
- Grumos de arcilla y partículas suaves
- Material pasando la malla No. 200
- Carbón y lignito (Carbón Fósil)

Para agregado grueso

- Grumos de arcilla y partículas suaves
- Partículas de sílice amorfo
- Material pasando la malla No. 200
- Carbón y lignito (Carbón Fósil)

Los valores permisibles a las anteriores substancias se presentan en tablas que incluyen las normas oficiales o reconocidas que se dan a conocer más adelante. Las pruebas para determinación de impurezas son necesarias tanto para los estudios preliminares como para el control durante la ejecución de los trabajos, ya que pueden existir variaciones importantes en los agregados empleados, aún siendo de un mismo banco de abastecimiento

Sanidad

Esta es la capacidad del agregado para resistir cambios excesivos en volumen, como consecuencia de los cambios en condiciones físicas, estos últimos causados por variaciones ambientales

les tales como: congelamiento y deshielo, cambios térmicos y estados de saturación y secado.

Existen pruebas de laboratorio que pretenden reproducir en forma aproximada estas condiciones y por consiguiente dan valores relativos que clasifican al agregado en cuanto a su resistencia contra estos agentes. Las pruebas, llamadas de sanidad, han quedado establecidas por normas oficiales y se les han asignado valores límites de aceptación.

Estos análisis son útiles principalmente para los estudios iniciales de agregados. Para fines de control se acostumbra repetirlos únicamente en caso de duda o de variación importante en las características de agregados utilizados.

Resistencia

Es clara la importancia que tiene la resistencia de los agregados puesto de que de ella dependerá la resistencia del concreto.

Se pueden considerar dos tipos principales de resistencia en las partículas que forman el agregado, que son: Resistencia a la compresión y resistencia al impacto (Tenacidad). Existen métodos para valuar ambas resistencias y, aunque principalmente se utilizan para los estudios iniciales de aceptación, también se emplean para control de calidad de los agregados, ya que es muy factible que se presenten variaciones de estas características, aún en un mismo banco de material.

Cuando se obtienen los agregados por un proceso de trituración de fragmentos grandes de roca, es posible obtener datos de resistencia estructural del material por medio del labrado de especímenes, cilíndricos, que se prueban directamente a la compresión.

Para el caso de materiales que se adquieren en forma granular, es necesario recurrir a otro tipo de prueba, como la de des-

gaste de Los Angeles, u otra semejante, la cual consiste en so meter una muestra de sus partículas a un efecto combinado de - impacto y fricción, dentro de un cilindro de acero, cargado con esferas de acero. Para esta prueba, existen valor establecidos en las normas oficiales, que señalan los límites de aceptación del agregado grueso.

"Cementos Hidráulicos."⁵

Entre los diversos materiales que se usan con carácter de cementantes, pueden distinguirse cuatro clases principales:

Calos Aéreas e Hidráulicas.

Yesos.

Bitúmenes.

Cementos Hidráulicos.

Para el alcance de éste trabajo, solo interesan los cementos hidráulicos y cemento portland en la siguiente tabla se -- presenta una clasificación de carácter muy general, con objeto de contemplar la amplitud que existe en el campo de la fabricación de los cementos, considerando que no todos se producen en nuestro país.

5) SARH, MANUAL DE CONCRETO POMO I
MEXICO, D.F., 1970.

CLASIFICACION GENERAL DE CEMENTOS HIDRAULICOS.

		Tipo I *
	Simples	Tipo II *
		Tipo III *
		Tipo IV *
		Tipo V *
Cementos Portland.		
	Compuestos	Escoria *
		Puzolánica *
	Especiales	De Color *
Cementos Hidráulicos		Expansivo
		Sin Contracción
		Refractario
		Inclisor de aire
		Antibacterial
		Hidrofobo
		Repelente a Humedad
Cementos Naturales		
Cementos de Alta Alumina		
Cementos de Escoria	Escoria Cal *	
	Sobre-Sulfatado	
Cementos de Puzolana	Cal-Puzolana *	
Cementos de Aplicaciones Particulares.	Mamposteria *	
	Pozo Petrolero *	
	Magnésiano	
Mezcla de Cementos.		

* Se Fabrican en México.

El cemento tipo portland es un producto manufacturado que sigue procesos bien definidos y controlados para su fabricación. El producto final debe cumplir con normas bastante estrictas que fijan las tolerancias de variación en cuanto a sus características físicas y químicas. Por estos motivos sus variaciones son -- normalmente de menor magnitud y no es frecuente que lleguen a -- rebasar a los límites establecidos de calidad.

La práctica más común para definir y controlar la calidad del cemento en la obra se puede resumir a los siguientes pasos:

Se define la aceptación de la fuente de abastecimiento y del tipo de cemento que requiere la obra, mediante los estudios preliminares. Estos se podrán apoyar en análisis químicos y físicos del cemento, pero principalmente se basarán en resultados de mezcla de prueba fabricadas con todos los ingredientes que serán empleados en la obra.

Durante el proceso de la obra, se ejecuta el control normal de calidad del concreto, por medio de pruebas de resistencia. Estas pruebas, a la vez que sirven para confirmar que los procesos y dosificaciones sean correctos, indirectamente están comprobando la calidad del cemento.

En plan de revisión periódica y, sobre todo, cuando existe alguna duda de las características del cemento, es necesario verificar su calidad mediante las pruebas establecidas físicas y químicas.

Las características que deben determinarse con las pruebas de control del cemento son las que se indican a continuación:

Propiedades Químicas

Las normas establecidas marcan una lista de todos los -- componentes de cada tipo de cemento y los límites dentro de --

los cuales deben encontrarse sus contenidos. También señalan las normas los métodos de prueba para determinar estos contenidos.

Propiedades Físicas

En igual forma se encuentran especificados los límites - permisibles de valores obtenidos para pruebas que determinan las características físicas del cemento, para sus diversos tipos. - Las pruebas que se han fijado para determinar calidad son las - siguientes:

Contenido de aire en mortero

Finura

Expansión de autoclave

Resistencia a la Compresión

Tiempos de fraguado

Agua

Tanto el agua que se emplea en el mezclado del concreto - como la utilizada para efectos del curado, deben estar libres de substancias nocivas que pueden afectar la resistencia o cualquier otra característica de la estructura o elemento construido. - Por este motivo es indispensable que se conozcan de antemano las características del agua disponible para cada obra en proyecto. - En regiones o sitios en donde exista amplia experiencia previa y ha quedado comprobada la calidad del agua se pueden pasar por -- alto los estudios preliminares, pero en lugares desconocidos, o - en cualquier caso de duda, es indispensable realizar la investigación correspondiente de sus características.

Como medida inicial se deben efectuar análisis químicos - que determinen sus contenidos de sales e impurezas.

Estos resultados de deben comparar con especificaciones o recomendaciones existentes para dictaminar si existe algún peligro de afectación por los contenidos de sustancias. Si los resultados son positivos y existe el peligro, se deben iniciar investigaciones más completas, generalmente mediante fabricación de -- mezclas de prueba y elaboración de especímenes de laboratorio, -- para determinar los efectos reales que provoquen el agua en el concreto.

Cuando ya ha quedado definida la fuente de suministro del agua para una obra, se seguirá un proceso de control de calidad que dependerá de las probabilidades de variación en contenido -- de sustancias y a su proximidad a los límites aceptables que -- se hayan establecido. Así un agua que provenga de una fuente es -- table y libre de contenidos perjudiciales de sales, podrá no re -- querir pruebas adicionales, aunque sí será conveniente establecer las inspecciones necesarias para evitar que pueda variar su suministro. Por otro lado, un agua de calidad cercana a la fron -- tera de aceptación, deberá ser vigilada y analizada con mayor -- frecuencia.

Como un ejemplo de los límites de aceptación que se pueden recomendar para el control de variación de sales e impurezas en el agua de mezclado, en una obra, se presenta la siguiente ta -- bla:

Sulfatos	250 P.P.M. Máx.
Cloruros	250 P.P.M. Máx.
Carbonatos	500 P.P.M. Máx.
Bicarbonatos	500 P.P.M. Máx.
Materia Orgánica	50 P.P.M. Máx.
Turbidez	1500 P.P.M. Máx.

Aditivos:

En términos generales podemos clasificar a los aditivos dentro de los siguientes grupos principales:

Plastificantes o aditivos para mejorar la manejabilidad.

Aditivos que modifican los tiempos de fraguado y de endurecimiento.

Impermeabilizantes integrales.

Agentes que causan expansión del concreto.

Materiales pulverizados.

Otros.

Igual que para los componentes anteriores, la selección, diseño y comprobación de resultados para definir los aditivos que requiera la obra es una fase de los estudios preliminares.

Por tratarse de un producto manufacturado, la calidad y uniformidad de los aditivos debe ser garantizada por el fabricante mediante sus propias pruebas de rutina.

Por consiguiente, el control en la obra generalmente se reduce a vigilar que la dosificación del producto sea la estipulada y que los efectos que imparte al concreto son los previstos. Si llega a presentarse alguna duda o anomalía en los resultados, puede surgir la necesidad de verificar la calidad del producto mediante análisis de laboratorio.

El objeto principal de este trabajo ha sido la de señalar las principales características que incluye cada uno de los componentes del concreto y en que forma influyen sobre las características del producto final. Al conocer estos conceptos se

comprende la importancia de ejercer un control efectivo de los componentes, para poder evitar o reducir las variaciones perjudiciales que en ellos se presenten.

Conociendo de una manera somera los componentes del concreto podemos pasar a definir lo que es la trabajabilidad del concreto premezclado, en donde, se consideran los puntos más importantes para que esta se efectue.

"Trabajabilidad. Del Concreto Fresco"⁶

La trabajabilidad del concreto determina la facilidad de su colocación y la resistencia a la segregación. La trabajabilidad, en el sentido más amplio, depende de los medios de compactación, transporte y manejo disponibles en cada caso. Así por ejemplo, concreto trabajable para un colado masivo no lo resulta para un colado en un miembro estructural poco accesible y muy reforzado. En absoluto rigor, la trabajabilidad debiera ser una propiedad intrínseca del concreto independiente de las circunstancias de un tipo particular de construcción.

La resistencia del concreto se ve seriamente afectada por el grado de compactación como puede verse en Fig. 1.

Se puede establecer la siguiente división de la trabajabilidad.

Trabajabilidad Global.-

- a).= Trabajabilidad Intrínseca.
- b).= Trabajabilidad Circunstancial.

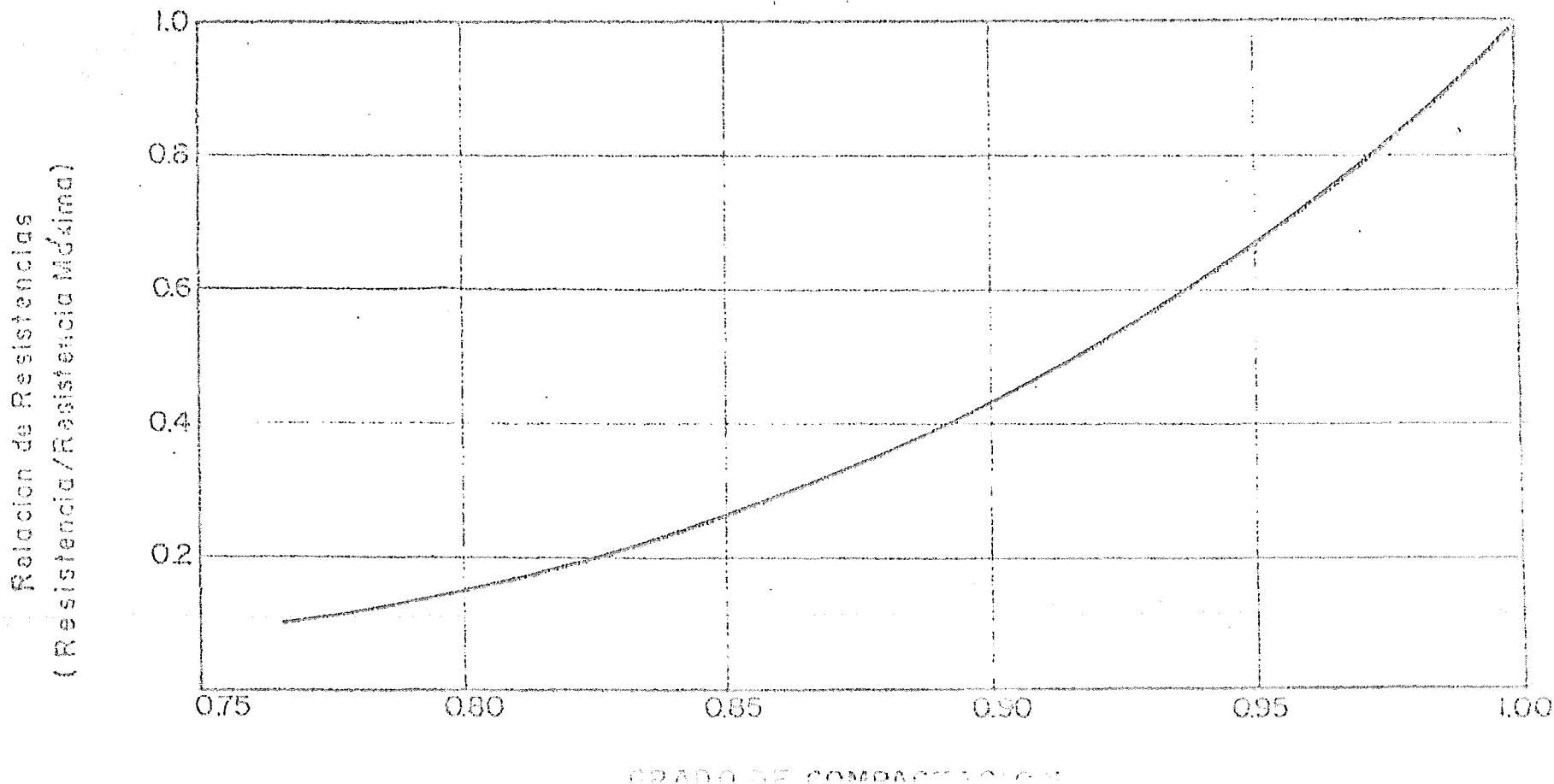
Trabajabilidad Intrínseca.-

- á).= Fluidez.
- b).= Fricción Interna.
- c).= Cohesión.

6) UNAM. FAC. DE ING. CENTRO DE EDUCACION CONTINUA. CURSO PARA RESIDENTES DE ZONAS DE RINGO. IMPARTIDO POR EL ING. ADOLFO PORTAL PORTAL. MEXICO, D.F., JULIO DE 1972.

RELACION ENTRE RESISTENCIA Y COMPACTACION

FIG. 1.



REPTIO GERMIA DIT ORISO SPA SAUO TARE OSMO
E PARTIE FOR TE INS. PORDI FOCHI EN EL GRHO DE COMPACTACION
OCTUBRA DE LA UNAM.

Trabajabilidad Circunstancial.-

- a).= Medio de transporte.
- b).= Sistema de Colocación.
- c).= Energía de compactación.
- d).= Geometría de Formas y Obstáculos.

De acuerdo con ASTM la trabajabilidad del concreto se define como " La facilidad que presenta el concreto para ser transportado y colocado sin perder su homogeneidad ". Esta definición se refiere a la trabajabilidad global.

El laboratorio de investigación de Carreteras de Inglaterra, define trabajabilidad como " El trabajo útil necesario para producir la compactación total del concreto". (Glanville, Collins y Mathews). Esta definición se refiere a la trabajabilidad como propiedad intrínseca y considera que parte de la energía necesaria para compactar el concreto se " Desperdicia " en vibración de los moldes, impactos y en vibrar partes previamente compactadas.- De esta forma solamente el trabajo " útil " desarrollado para la compactación define la trabajabilidad del concreto.

La trabajabilidad intrínseca es una propiedad física del concreto mismo que nada tiene que ver con las circunstancias de un tipo particular de construcción y que sólo depende de la fluidez, fricción interna y cohesión de la mezcla de concreto.

Desde un punto de vista muy general, la trabajabilidad -- puede dividirse en: " Transportabilidad", "Colocabilidad" Y " Acababilidad"; es decir el concreto trabajable será aquel que pueda ser transportado, colocado y acabado fácilmente sin perder su homogeneidad.

La fluidez es una característica del concreto fresco asociada a la viscosidad y depende fundamentalmente del comportamiento

to de la pasta aglomerado.

La fricción interna es una propiedad intrínseca de la mezcla y representa la resistencia al desplazamiento entre las partículas individuales del concreto. Esta fricción interna se mide mediante el ángulo de rozamiento, que en el concreto fresco es igual al ángulo de talud natural.

La cohesión del concreto fresco es su resistencia interna que lo mantiene aglutinado y evita la separación entre los ingredientes del concreto.

La llamada consistencia del concreto fresco resulta de una combinación de la fluidez y la cohesión. De esta forma, se dice que un concreto es consistente cuando posee cohesión y se diferencia entre consistencia seca (Baja Fluidez), consistencia plástica (Fluidez Intermedia con buena cohesión) y consistencia fluida (Fluidez elevada).

Una característica del concreto fresco, derivada de las características fundamentales, es la llamada tixotropía que depende principalmente de la fricción interna y en forma secundaria de la fluidez y la cohesión.

Tixotropía es la propiedad de ciertos pseudo-sólidos, que en reposo poseen un cierto ángulo de talud natural pero que al inferirseles movimiento se comportan como fluidos.

La segregación y el sangrado son características derivadas del concreto fresco que dependen fundamentalmente de la cohesión aun cuando la fluidez elevada influye en su cuantía.

El concepto de plasticidad se emplea en el concreto fresco en relación con una buena cohesión y fluidez intermedia (consistencia plástica) y es un término que origina algunas confusiones.

Los factores relacionados con los ingredientes del concreto que influyen en las características básicas de trabajabilidad

del concreto fresco son:

En la fluidez: Finura del cemento; cantidad de pasta por-
unidad de volumen; granulometría de agregados (especialmente --
de la arena) contenido de finos: forma y textura de agregados,-
etc.

En la fricción interna: Forma y textura de agregados, can-
tidad de agregados por unidad de volumen, etc. En la cohesión: -
Finura del cemento; cantidad de pasta por unidad de volúmen y --
superficie específica de agregados, etc.

A mayor superficie específica mayor cohesión,

Medición de la trabajabilidad.-

Existen varios métodos para medir la trabajabilidad de -
de un concreto, aún cuando en realidad lo que miden es algún --
aspecto o característica de la misma. No existe actualmente un -
solo método aceptado, que mida la trabajabilidad definida por el
RRL (Research Road Laboratory).

Los métodos indirectos más comunmente empleados son los-
siguientes:

Ensayo de Revenimiento.-

Ensayo de Fluidez.-

Ensayo de Remoldeo.-

Ensayo Vebe.-

Factor de Compactación.-

El ensayo de revenimiento es el más comúnmente empleado-
a pesar de sus muchas limitaciones. Sin embargo dada su sencillez
y ya que proporciona en forma muy simple y rápida, información --
con respecto a las variaciones de trabajabilidad entre revolturas

de concreto, ha sido adoptado y aceptado universalmente como procedimiento de control de campo y laboratorio. (Esté método se da a conocer detalladamente en el Capítulo II. 3.-).

Si el concreto fresco posee una consistencia plástica se obtiene el verdadero revenimiento en el ensayo. Si por otro lado el concreto es pobre en contenido de cemento con tendencia a ser áspero, ocurre frecuentemente una falla por cortante que no representa un revenimiento real ni es indicativa de la trabajabilidad. Puede también ocurrir un colapso total en mezclas poco cohesivas que tampoco es indicativo de la trabajabilidad real (Fig. 2.-).

Por otro lado, en los concretos muy secos con revenimiento cercano a cero, no es posible determinar, mediante un ensayo de revenimiento, su grado de trabajabilidad, ya que para un mismo revenimiento nulo, pueden encontrarse una gama muy amplia de características de trabajabilidad.

El ensayo de fluidez en la mesa de sacudidas proporciona una indicación de la consistencia de un concreto (Fluidez+ Cohesión). Este ensayo proporciona un buen índice de la segregación potencial de un concreto fresco. Si el concreto no es cohesivo - las partículas grandes del agregado se separan y tienden a escapar hacia los extremos de la mesa. El valor de fluidez en este ensayo se expresa en porcentaje de expansión, es decir la fluidez es igual al diámetro final menos el diámetro inicial dividido entre el diámetro inicial y multiplicado por 100.

$$F = \frac{D_f - D_i}{D_i} \times 100$$

Donde: f= Fluidez.
Df=Diametro Final.
Di=Diametro Inicial.

El ensayo de remoldeo o ensayo Powers es un ensayo puramente de laboratorio y resulta muy apropiado para la cuantificación de la trabajabilidad. Este ensayo consiste en medir la

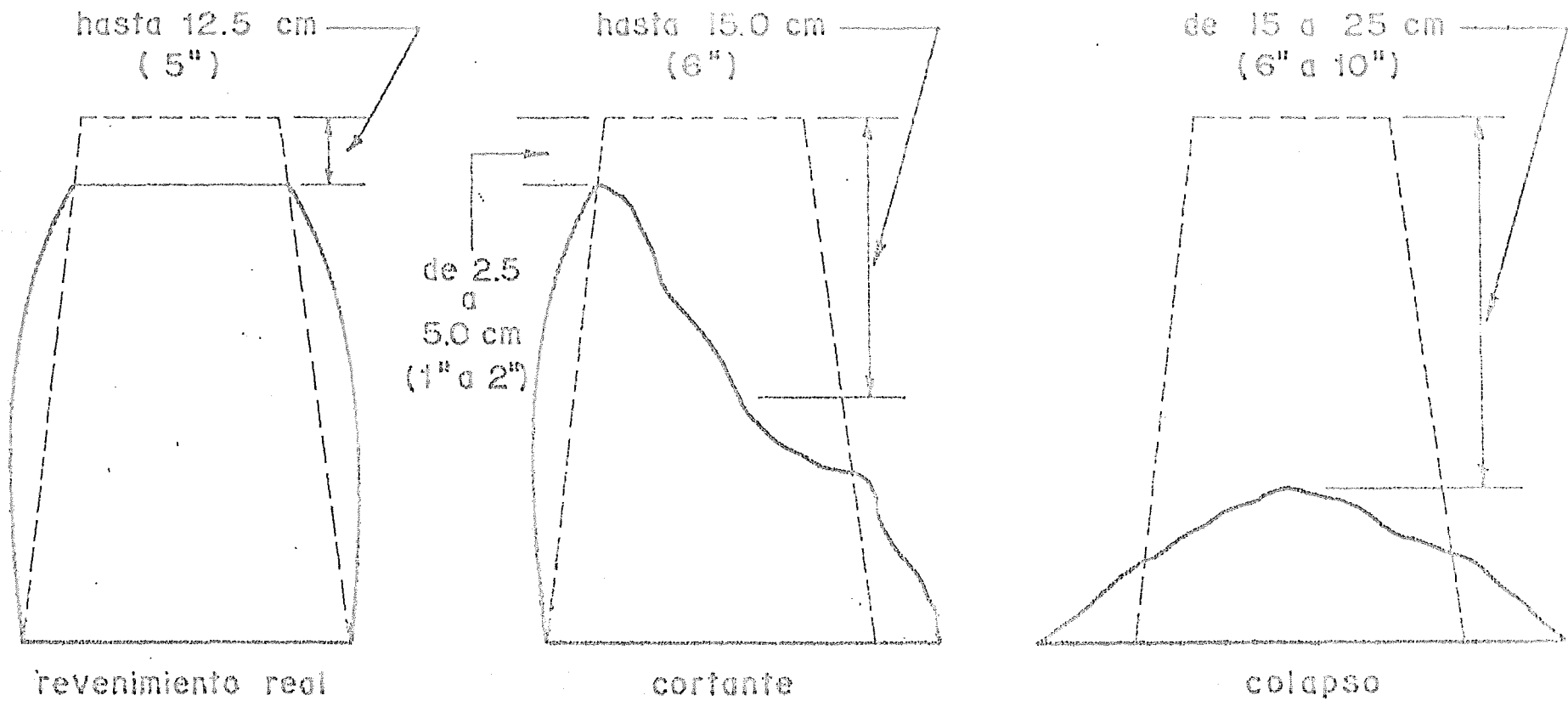


Fig -2 - Revenimiento: real, cortante y colapso

energía requerida para remoldear un cono de concreto en un cilindro de igual volumen.

Se emplea en este ensayo la misma mesa de sacudidas que en el ensayo de fluidez (Ver- Figura 3.).

El ensayo Vebe es un refinamiento del ensayo Powers en el que se emplea la vibración en vez de las sacudidas y es muy ventajoso para la determinación de la trabajabilidad en mezclas muy secas (Ver Figura 4.).

El factor de compactación es un concepto relativamente nuevo para medir la trabajabilidad del concreto. El principio consiste en medir el grado de compactación que se alcanza para una energía constante (Ver Figura 5.).

La tabla presenta una comparación entre grado de trabajabilidad, revenimiento y factor de compactación.

<u>Grado de Trabajabilidad</u>	<u>Revenimiento (Pulgadas)</u>	<u>Factor de Compactación</u>
Muy Bajo	0 - 1	0.80
Bajo	1 - 2	0.87
Medio	2 - 4	0.935
Alto	4 - 7	0.96

Efecto del tiempo y la temperatura en la trabajabilidad.-

El concreto fresco se endurece con el tiempo. No debe confundirse esto con el fraguado del cemento. Simplemente parte del agua de la mezcla es absorbida por los agregados y parte se pierde por evaporación, especialmente si el concreto está expues

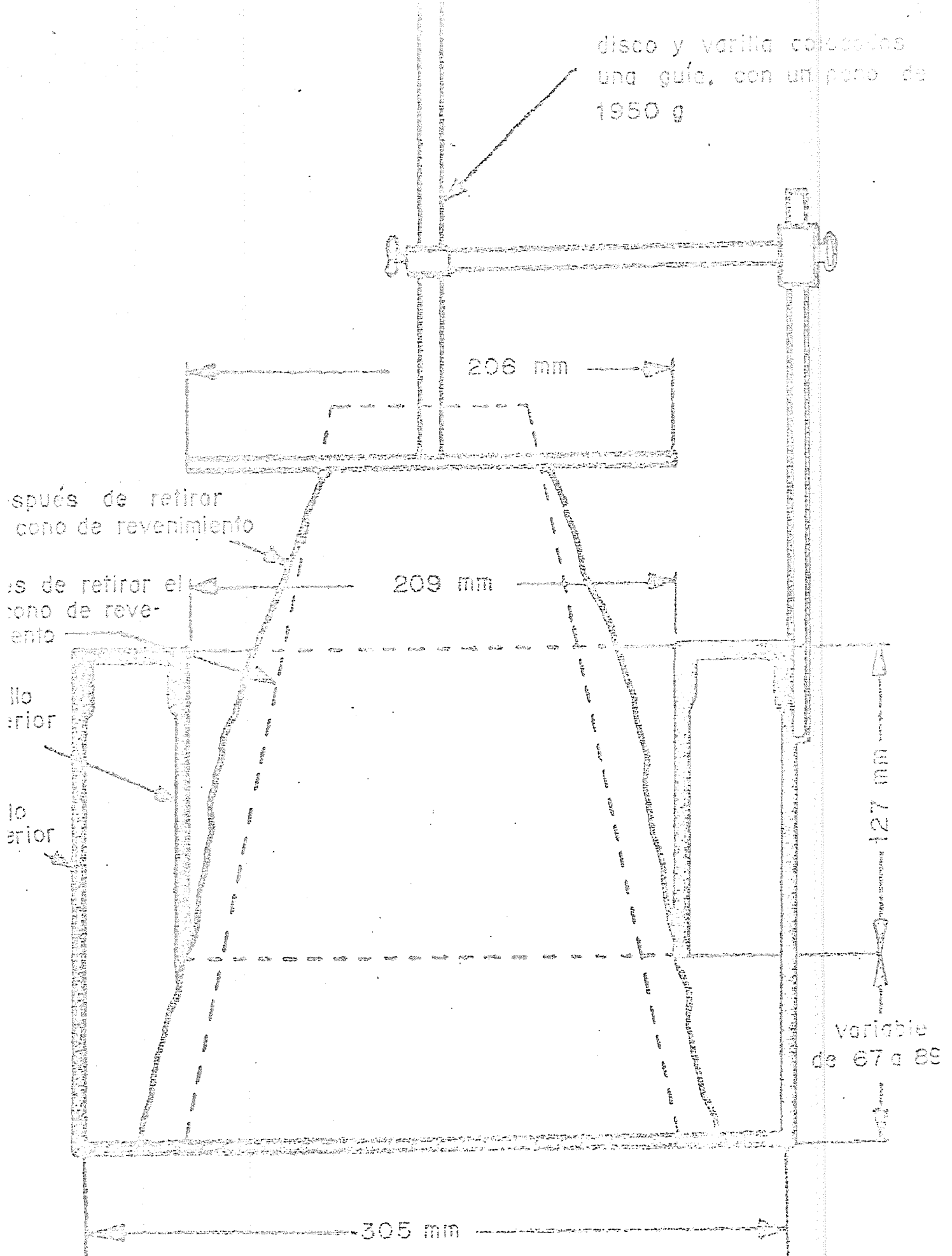


Fig. 3. Aparato de ensayo para remodelado

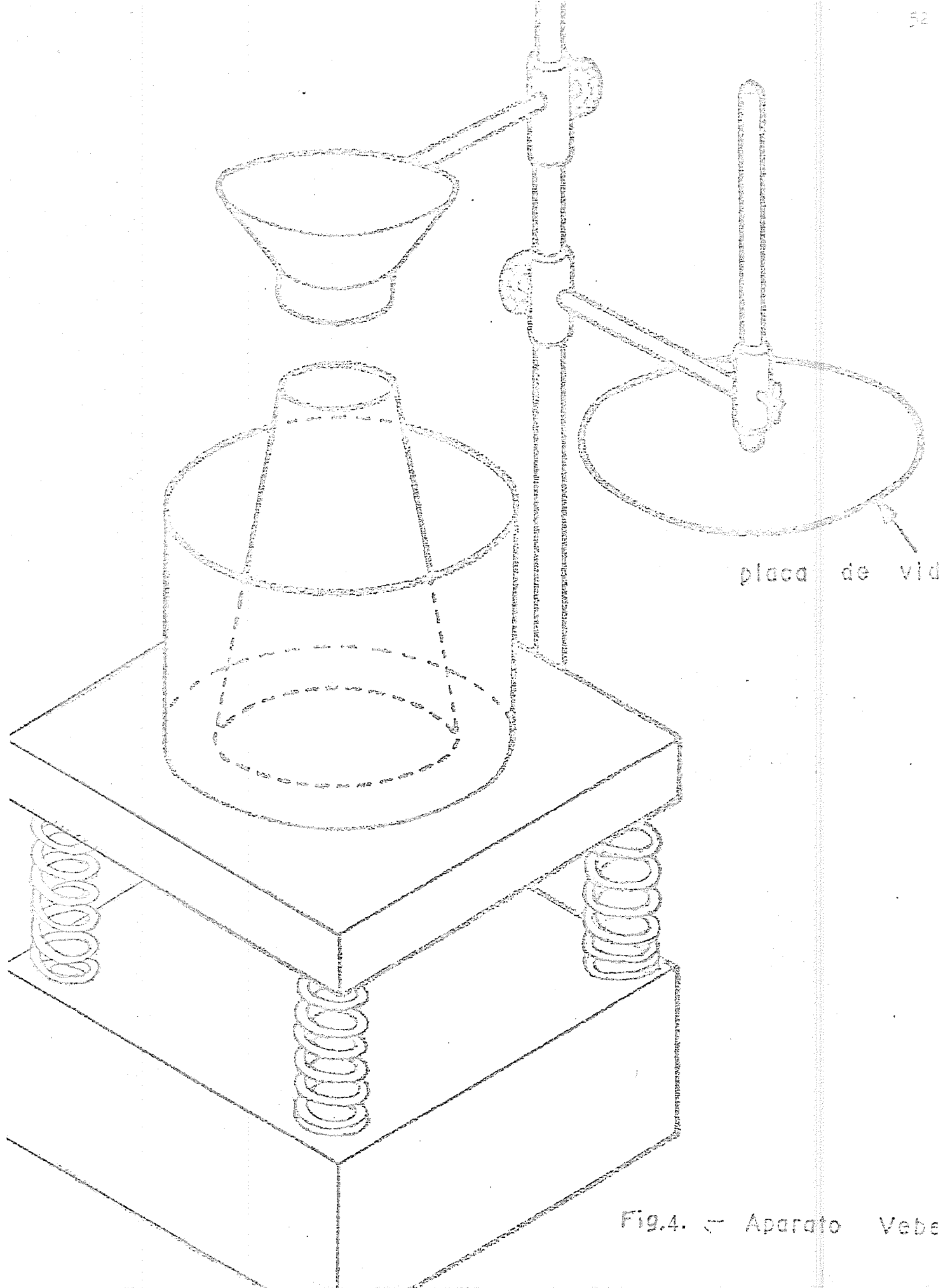
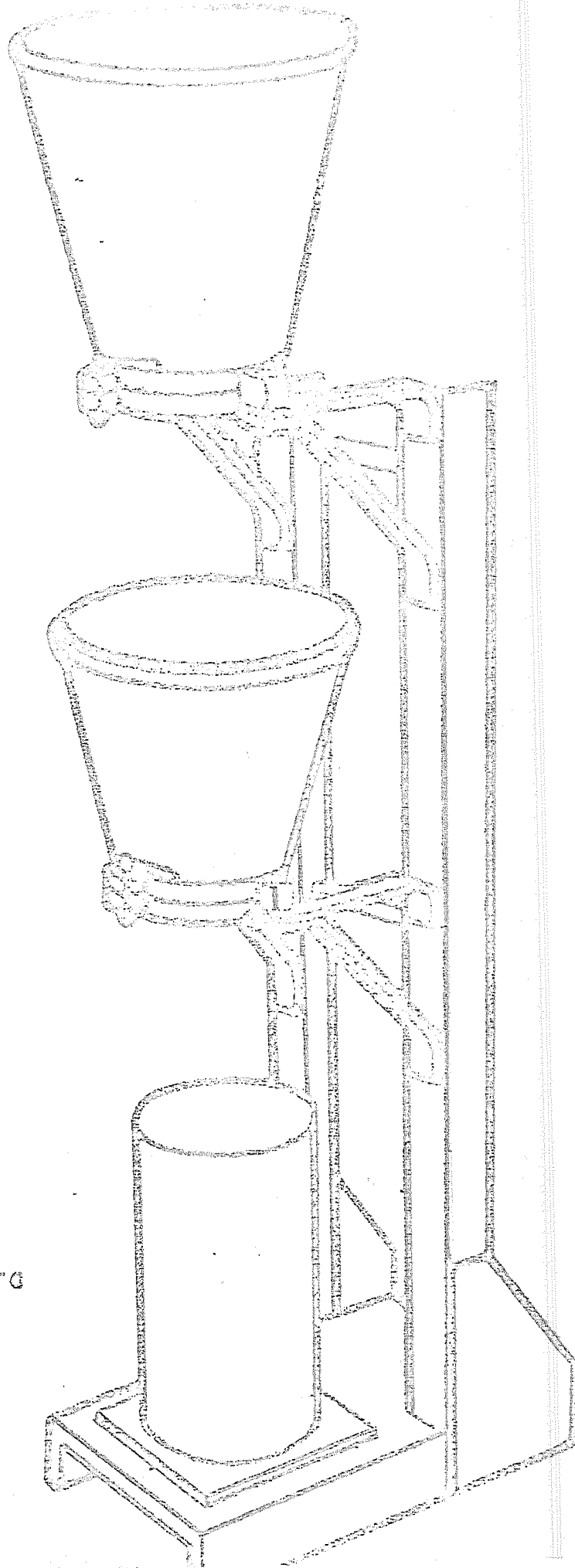


Fig.4. ← Aparato Vebe

Fig. 5. — Aparato para
deferminar el factor
de compactación



to al sol o al viento.

El factor de compactación disminuye hasta en 0.1 en una hora después del mezclado. El valor preciso de pérdida de trabajabilidad varía con la " Riqueza " de la mezcla, el tipo de cemento, la temperatura del concreto y la trabajabilidad inicial. Un ejemplo de pérdida de revenimiento se muestra en la Figura 6

La trabajabilidad de una mezcla también se ve afectada por la temperatura ambiente, aún cuando deberemos estar interesados principalmente en la temperatura del concreto mismo.

La Figura 6 también nos dá un ejemplo del efecto de la temperatura en el revenimiento para un concreto hecho en el laboratorio. Es evidente que en un día caluroso el contenido de agua en una mezcla deberá aumentarse para mantener la trabajabilidad constante.

Segregación.— Al definir la trabajabilidad del concreto se mencionó que el concreto " Trabajable " no se deberá segregar fácilmente, es decir deberá ser cohesivo. Sin embargo la naturaleza misma del concreto origina una tendencia a la segregación que no está incluida en la definición de trabajabilidad.

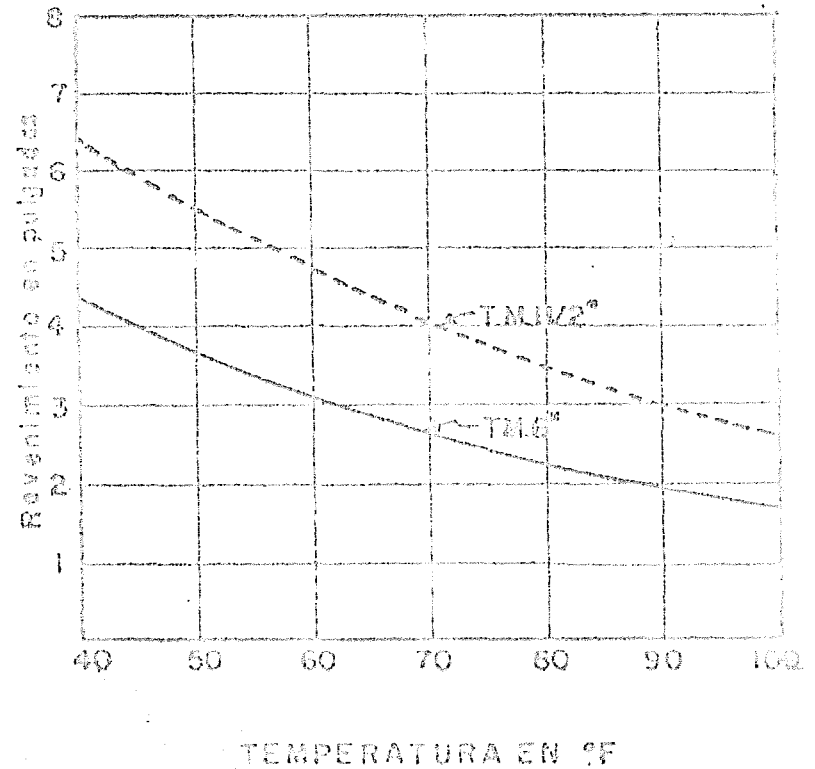
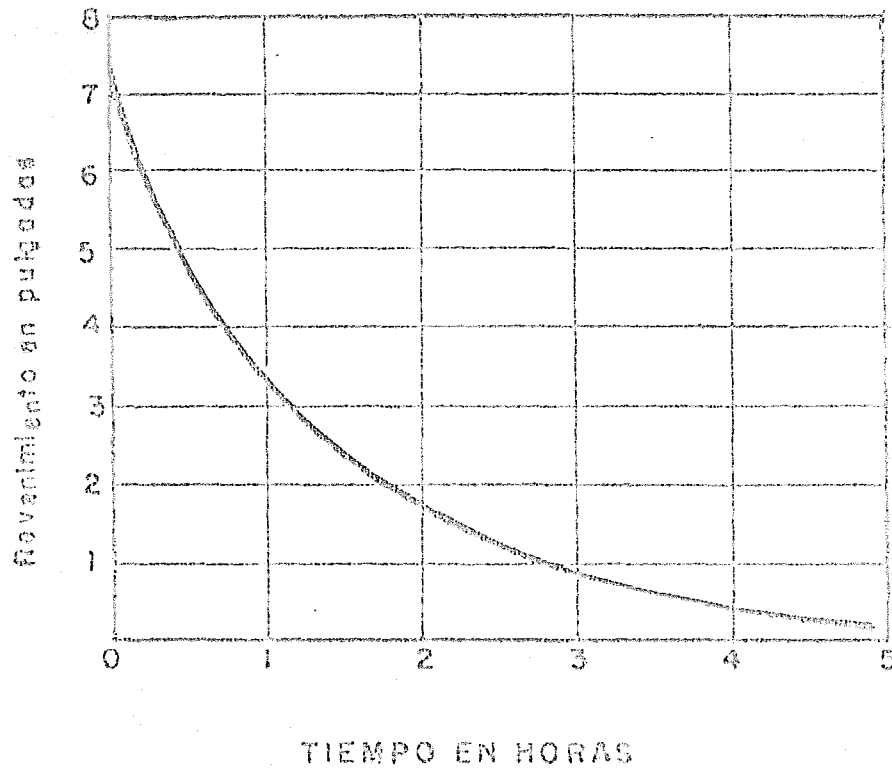
Puede definirse la segregación como la separación de los constituyentes de una mezcla heterogenea de tal forma que su distribución en el espacio, no sea uniforme.

En el caso del concreto la causa primaria de la segregación es la diferencia de tamaños de las partículas y las diferencias en los pesos específicos.

Hay dos formas de segregación. En la primaria las partículas gruesas tienden a separarse del resto debido a la tendencia de estas partículas a recorrer mayores distancias.

La segunda forma de segregación ocurre principalmente en mezclas fluidas y se manifiesta por la separación de la lechada del resto de la mezcla.

PERDIDAS DE REVENIMIENTO



GRAFICA OBTENIDA EN EL LABORATORIO DE CARSA
 COMERCIA TECNICA. AV. SAN ANTONIO No. 461
 MEXICO, 01180. D.F.

El primer tipo de segregación se propicia cuando se descarga el concreto de alturas considerables, cuando pasa por cargas con cambios de dirección o cuando se descarga en contra de algunos obstáculos.

Debe recordarse que el concreto deberá ser colocado -- siempre en la posición en que debe permanecer y no deberá permitirse que fluya dentro de la forma. Esta prohibición incluye el uso de vibradores para extender el concreto en grandes áreas, -- así como la sobrevibración.

Con la sobrevibración se origina que los agregados gruesos se depositan en el fondo y la pasta de cemento en la superficie. Un concreto así colocado será muy debil y la "Nata" en la superficie será muy rica y muy fluida, dando como resultado una superficie con gran tendencia al estrellamiento.

Sangrado. -- El sangrado es una forma de segregación en la cual parte del agua de la mezcla tiende a elevarse a la superficie del concreto fresco colocado. Esto se debe a la imposibilidad de los constituyentes sólidos de la mezcla a retener todo el agua de mezclado al ser colocado el concreto. El Sangrado es -- pues, un caso especial de sedimentación.

La capacidad de sangrado, así como su ritmo, pueden determinarse con los procedimientos de ASTM Norma C-232. Si la evaporación del agua en la superficie del concreto es mayor que el ritmo de sangrado se tendrá como resultado agrietamientos por -- contracciones plásticas. El sangrado también origina zonas de baja adherencia con el refuerzo y una reducción de la impermeabilidad en un plano horizontal. La tendencia del sangrado depende -- principalmente de la finura del cemento. El sangrado se disminuye al incrementarse la finura del cemento. También se disminuye mediante el uso de puzolanas o de agentes inclusores de aire.

Conociendo estas propiedades del concreto premezclado- pasaremos a ver los tipos de responsabilidades que se deslindan entre fabricante y comprador, en donde la industria del concreto premezclado realiza investigaciones para ofrecer siempre mejores productos en beneficio de la construcción basados en la Norma C-155 " Concreto Premezclado " en el cual se pueden establecer los siguientes puntos.

GENERALIDADES: Para los efectos de esta Norma se establecen las siguientes definiciones:

Concreto Hidráulico ó Concreto Premezclado: Es el concreto dosificado y mezclado por el fabricante, el cual se entrega al comprador para su utilización en estado plástico.

Revoltura, Carga u Olla: Es el volumen total de concreto premezclado contenido en el recipiente de mezclado o agitado.

Diseño: Es la formulación o dosificación adecuada de cemento, agregados naturales o artificiales, agua y aditivos si se requieren.

ALCANCE : Esta norma establece las especificaciones -- que debe cumplir el concreto premezclado utilizado en la construcción. No abarca las especificaciones para la colocación, -- compactación, curado y manejo del concreto después de entregado al comprador.

CLASIFICACION: Se clasifican en; Grupo 1, Grupo 2; Grupo 3, estos grupos son:

Grupo 1.- El comprador asume la responsabilidad del diseño.

Grupo 2.- El fabricante asume la responsabilidad del diseño.

Grupo 3.- El fabricante asume la responsabilidad de la selección de los ingredientes del diseño. y el comprador fija el contenido mínimo de cemento.

Los dos grados de calidad para cada grupo son los designados con las letras A y B. Donde el responsable de seleccionar las cantidades de los materiales que intervienen en el concreto debe considerar los requisitos de trabajabilidad, colocación, durabilidad, textura superficial, y densidad, en adición a aquellos de diseño estructural.

Especificaciones del producto.- Grupo 1.- El comprador debe especificar datos para el pedido que deben ser los siguientes y aparecer además en las notas de remisión de las entregas: número de esta Norma; cantidad de metros cúbicos de concreto fresco; grupo correspondiente; resistencia específica; grado de calidad del concreto (A o B); edad a la que se garantiza la resistencia; tamaño máximo nominal del agregado grueso; revenimiento deseado en el lugar de entrega; las fuentes de abastecimiento probables de los componentes del concreto; el contenido de cemento, en kilogramos por metro cúbico de concreto fresco; el contenido máximo de agua, en litros por metro cúbico de concreto, incluyendo la humedad superficial de los agregados, pero excluyendo la absorción de agua.

Cuando se requiere el empleo de un aditivo, debe especificarse el tipo, el nombre y la dosificación del mismo. El contenido de cemento no puede ser reducido sin la aprobación por escrito del comprador.

El fabricante a solicitud del comprador y de acuerdo con lo especificado por el mismo debe informar todo lo señalado para los datos de pedido.

Grupo 2.- El fabricante debe especificar, además de los datos para el pedido lo siguiente: la resistencia a la compresión requerida, determinada en muestras tomadas a la unidad de transporte en el punto de descarga, evaluada de acuerdo a -

la resistencia. Cuando la resistencia es la base de la aceptación del concreto se deben hacer especímenes estándar, de acuerdo con la Norma C-160 (ELABORACION Y CURADO EN OBRA DE ESPECIMENES DE CONCRETO). Cuya norma se hará mención más adelante.

El número de muestras debe estar de acuerdo al muestreo considerando, para la muestra de resistencia, como mínimo dos especímenes de la muestra obtenida y remezclada según Norma C-161 " MUESTREO DE CONCRETO FRESCO ".

El resultado de una prueba debe ser el promedio de las resistencias obtenidas en los especímenes, excepto que si en algunos de ellos se acusa una deficiencia definitiva, de muestreo, elaboración, manejo, curado o prueba, no se tomarán en cuenta y el promedio de las resistencias de los especímenes restantes debe ser considerado como el resultado de la prueba. La resistencia inferior a la especificada por el comprador no es motivo para rechazar el espécimen. Donde el representante del comprador debe anotar y registrar el número de la remisión del concreto y la localización exacta del elemento donde se ha ya utilizado la entrega de concreto.

La edad de prueba debe ser la de 28 días, a menos que se especifique otra diferente.

Grupo 3.- El comprador además de los datos para el pedido debe de especificar lo siguiente: la resistencia a la compresión requerida, determinada en muestras tomadas en la unidad de transporte en el punto de descarga, evaluada de acuerdo con lo indicado para el grupo número 2.

El contenido mínimo de cemento, en kilogramos por metro cúbico de concreto fresco puede ser preferido y útil este grupo, solamente si el contenido mínimo de cemento elegido es-

aproximadamente igual al que se requiere ordinariamente para la resistencia, tamaño de agregado y revenimiento especificado. Al mismo tiempo debe ser una cantidad suficiente para asegurar la durabilidad bajo las condiciones de servicio esperadas, así como para obtener una textura superficial y densidad satisfactoria, siempre que la resistencia especificada se alcance con esta cantidad de cemento.

El comprador debe especificar los requisitos de resistencia en función de pruebas de especímenes estándar, elaborados y curados bajo las condiciones especificadas en la Norma C-160.

La edad de prueba debe ser la de 28 días a menos que se indique lo contrario.

El fabricante debe proporcionar a solicitud del comprador y de acuerdo con lo especificado por el mismo, debe de informar todo lo señalado en los párrafos del grupo número 1, además debe de proporcionar evidencia satisfactoria de que los materiales que empleará y los proporcionamientos elegidos producirán un concreto de la calidad especificada.

Cualquiera que sea la resistencia alcanzada no debe emplear menor cantidad de cemento que la mínima especificada sin la aprobación escrita del comprador, tampoco se debe considerar a los aditivos como sustitutos de una porción de la cantidad mínima especificada de cemento, ya que en la mayoría de plantas premezcladoras utilizan aditivos reductores de cemento.

La reducción que hacen estos aditivos es el 10% de la cantidad de cemento por metro cubico, al utilizar este tipo de aditivos en plantas les reduce en cantidades grandes de suministro de cemento, es decir que si una compañía utiliza un promedio de 20 toneladas, ahorrara 2 toneladas diariamente que al --

fin de cuentas sirve para reducir el costo de su fabricación - por el uso de aditivos que tienen un costo muy bajo en comparación con el cemento.

Grado de Calidad A.-

Se acepta que no más del 20% del número de pruebas de resistencia tengan valores inferiores a la resistencia especificada $f'c$; el promedio de 7 pruebas de resistencia consecutivas debe ser igual o mayor que la resistencia especificada; no más del 1% de las pruebas de resistencia puede ser menor que la resistencia especificada menos 50 Kg/cm^2 .

Grado de Calidad B.-

Se acepta que no más del 10% del número de pruebas de resistencia tengan valores inferiores a la resistencia especificada $f'c$ el promedio de 3 pruebas consecutivas de resistencia debe ser igual o mayor que la resistencia especificada; no más del 1% de las pruebas de resistencia puede ser menor que la resistencia especificada menos 35 Kg/cm^2 .

De acuerdo con los métodos comunes de diseño, es recomendable utilizar concreto de calidad A, Cuando se diseñe por el método de esfuerzos de trabajo y concreto de calidad B, - cuando se diseñe por el método de resistencia última, para concreto preesforzado y / o para estructuras especiales.

RESISTENCIA: Cuando la resistencia es la base de la aceptación del concreto se deben hacer especímenes estándar, - de acuerdo con la Norma C-160 " Elaboración y curado en Obra - de Especímenes de Concreto " (Ver Capítulo II-3)

El número de muestras debe de estar de acuerdo con lo indicado al Muestreo considerando, para la prueba de resistencia

como mínimo dos especímenes de la muestra obtenida y modelada según Norma referente a " Muestreo de Concreto Fresco " - (Ver Capítulo II. 3). El resultado de una prueba debe -- ser el promedio de las resistencias obtenidas en los especímenes, excepto que si en alguno de ellos se acusa una deficiencia definitiva, de Muestreo, Elaboración Manejo, Curado o Prueba, no se tomarán en cuenta y el promedio de las resistencias de los especímenes restantes debe ser considerado como el resultado de la prueba. La resistencia inferior a la especificada por el comprador, no es motivo para rechazar al espécimen.

Para cumplir los requisitos de resistencia de esta norma, con un nivel de confianza del 98%, los resultados de todas las pruebas de resistencias, deben ser suficientes -- para asegurar que se alcancen los grados de calidad A o B.

Criterio de Aceptación para un Número de Pruebas

Insuficiente.

Cuando el número de pruebas es insuficiente para el cálculo del promedio de pruebas consecutivas establecidas, -- según la calidad del concreto, el promedio de los resultados obtenidos de estas pruebas debe ser igual o mayor que -- las cantidades indicadas en la siguiente tabla.

TABLA

VALORES DE f_{pmin} .

<u>Número de Pruebas</u>	<u>Para Concreto Calidad A</u>	<u>Para Concreto Calidad B</u>
1	$f'c-50$	$f'c-35$
2	$f'c-28$	$f'c-13$
3	$f'c-17$	$f'c-2$
4	$f'c-11$	
5	$f'c-7$	
6	$f'c-4$	
7	$f'c-1$	

Cada uno de estos valores fue calculado utilizando las siguientes expresiones:

$$f_{pmin}=f'c-s \left(\frac{t}{\sqrt{n}} - t_{20} \right) \text{ para concreto calidad "A"}$$

$$f_{pmin}=f'c-s \left(\frac{t}{\sqrt{n}} - t_{10} \right) \text{ para concreto calidad "B"}$$

Donde: $t_{10} = 1.282$

$t_{20} = 0.846$

$t_1 = 2.326$

$s = 35 \text{ kg/cm}^2$

$n = \text{No. de pruebas}$

No más del 15% de los promedios de pruebas consecutivas sera inferior a los valores calculados en la tabla.

En caso de que la resistencia sea la base de aceptación, y cuando las pruebas de resistencia no cumplan con las especificaciones dadas por la tabla anterior, el fabricante del Concreto Premezclado y el comprador debersn entablar pláticas para llegar a un acuerdo satisfactorio. En caso de no llegar a un acuerdo la decisión debe partir de un grupo de tres técnicos con capacidad reconocida en la materia, uno de los cuales debe ser nombrado por el comprador, otro por el fabricante y un tercero escogido de comun acuerdo por los dos anteriores.

La decisión es inapelable, excepto que se modifique por una disposición legal.

Tamaño Nominal máximo: El concreto de la muestra obtenida como se indica en la Norma C-161 " Muestreo de Concreto Fresco" debe pasar por las mallas indicadas en la tabla siguiente:

TABLA

<u>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (mm.)</u>	<u>ABERTURA NOMINAL DE LA MALLA (mm.)</u>
50	75
40	50
25	40
20	25
15	20
13	20
10	15

No debe retenerse más del 5% del peso del concreto en la malla que se fije como tamaño máximo Nominal del agregado del concreto.

Revenimiento: Cuando no exista especificaciones al respecto, en el contrato de compra-venta, se deben aplicar las tolerancias indicadas en la tabla de revenimiento:

TABLA DE REVENIMIENTOS

<u>Revenimiento especificado</u>	<u>Tolerancia</u>
en cm.	en cm.
menos de 5	+1.5
5 a 10	+2.5
más de 10	+3.5

El revenimiento del concreto (Ver Capítulo 11-3), debe estar dentro de los valores permisibles durante los primeros 15 minutos de la descarga, exceptuando el primer y último cuarto de m³. El periodo máximo de espera en el sitio de entrega es de treinta minutos a la velocidad de agitación. En caso de que la entrega se haga en equipo no agitador puede reducirse el tiempo de espera en común acuerdo entre fabricante y consumidor. En caso de que el usuario no esté preparado para recibir el concreto el productor no tiene responsabilidad por las limitaciones de revenimiento mínimo y contenido de aire después de un período total de espera de 30 min. a la velocidad de agitación, y de aquí en adelante el usuario asume la responsabilidad sobre las condiciones del concreto.

La aceptación o rechazo del concreto se debe hacer en forma preliminar al momento de su entrega con las pruebas de

revenimiento. Si la medida del revenimiento cae fuera de los límites especificados debe hacerse otra prueba inmediata con otra porción de la misma muestra o de otra muestra de la misma entrega. En el caso de una segunda falla, debe considerarse que el concreto no ha cumplido con los requisitos de esta especificación y el comprador se responsabiliza íntegramente de su utilización, en caso de aceptar el mismo.

Determinación del Volúmen: La base de compra debe ser el m³ de concreto fresco tal como se descarga en el sitio de entrega.

El volúmen de una carga establecida de concreto recién mezclado debe determinarse a partir del peso total de los materiales de la mezcla, dividido entre el peso unitario del concreto mismo. El peso total de la mezcla puede ser calculado, ya sea como la suma de los pesos de los materiales, inclusive el agua de toda la mezcla, o como el peso neto del concreto tal como se entrega. El peso unitario debe determinarse según la Norma C-162 "Determinación del Contenido de Aire, el peso unitario y el Revendimiento del Concreto", (Ver Capítulo 111.6).- éste debe ser el promedio de por lo menos tres determinaciones, cada una efectuada en una muestra efectuada en una muestra distinta y usando un recipiente de 14 litros. Las muestras deben tomarse del centro de tres diferentes entregas, según el procedimiento establecido en el "Muestreo del Concreto Fresco". Debe entenderse que el volúmen del concreto endurecido puede ser, o aparenta ser, menor que el suministrado, debido al desperdicio y derrame, sobre excavaciones, ensanchamiento de las cimbras, alguna pérdida de aire incluido o asentamiento de las mezclas húmedas ninguna de las cuales son responsabilidad del productor.

Temperatura: El comprador debe de informar al productor el tipo de construcción donde necesita el concreto y la temperatura

tura ambiente que prevalece en el lugar de la obra. En temperatura ambiente baja como se debe procurar mantener la temperatura del concreto arriba de los límites indicados en la tabla siguiente. Y en temperatura ambiente alta, se debe mantener lo más baja posible sin que esta exceda de 32°C.

T A B L A.

TEMPERATURA
AMBIENTE

°C

Secciones

Delgadas y
Losas sobre
Pisos

16

18

21

7 a -1

-2 a - 18

menor de - 18

TEMPERATURAS MINIMAS
DEL CONCRETO

°C

Secciones

Gruesas y
Concreto
Masivo

10

13

16

Aire incluido: Se debe permitir una tolerancia de $\pm 2\%$ en el contenido de aire de aquel que haya sido solicitado por el comprador. Se deben realizar pruebas para determinar el contenido de aire, tanto preliminares como de rutina, con propósitos de control dentro de la construcción, por lo menos en aquellas muestras en que se obtengan cilindros de concreto y con un mínimo de tres determinaciones por día de trabajo.

Para mejorar la resistencia al congelamiento y deshielo, se pueden recomendar, según el tamaño máximo nominal,

Las siguientes cantidades de contenido de aire total, ver -
tabla.

T A B L A

<u>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO (mm).</u>	<u>CANTIDAD DE AIRE RECOMENDADO (%)</u>
50	4
40	4.5
25	5
20	6
13	7
10	8

Los contenidos de aire menores a los indicados no -
mejoran la resistencia al congelamiento y deshielo y conte-
nidos superiores pueden disminuir la resistencia sin lograr
una protección adicional.

La aceptación o rechazo del concreto se debe hacer-
en forma preliminar en el momento de su entrega con las prue-
bas de contenido de aire, si los valores del contenido de
aire caen fuera de los límites especificados, Se debe proce-
der en forma análoga a lo indicado en la aceptación o recha
zo del concreto.

11.3. Métodos de Prueba para Verificar la Calidad.

La verificación de calidad corresponde al comprador
el cual debe de conocer los métodos de prueba establecidos-
más conocidos como son:

" Determinación del Revenimiento del Concreto Fresco "(NOM-0-156-1974).

Para esto es necesario conocer:

" Muestreo del Concreto Fresco "(NOM-0-161-1974).

" Elaboración y Curado en Obra Especímenes de Concreto "(NOM-0-160-1976).

Para cada uno de estos métodos se darán generalidades, definiciones, aparatos, equipo, procedimiento y especificaciones para determinarlos.

" Determinación del Revenimiento del Concreto Fresco "

ALCANCE:

Se establece el método de prueba para determinar el revenimiento del concreto plástico y cohesivo con agregado máximo de 40 mm.

DEFINICION:

Es la medida de la consistencia del concreto fresco - en términos de la disminución de altura en un tiempo determinado, de un cono truncado de concreto fresco de dimensiones especificadas.

EQUIPO:

Varilla de acero: Debe ser de sección circular, recta lisa, de 16mm. de diámetro y aproximadamente 60 cm. de longitud, con uno de los extremos redondeados hemisféricamente - con un radio de 8mm.

Cono de Revenimiento: El espesor de las paredes del molde no debe ser menor de 1.5mm. El molde debe tener la forma de un tronco de cono, de 20 cm. de diámetro en la base inferior, 10 cm. en la parte superior y 30 cm. de altura. Estas dimensiones deben tener una tolerancia ± 3 mm. La base y parte superior deben ser paralelas entre sí y deben formar -

un ángulo recto con el eje longitud al del cono, ver croquis-anexo.

Carratilla.

Cucharas

Llanas Metálicas.

Palas.

Guantes.

PROCEDIMIENTO

Tiempo en que debe efectuarse la prueba de revenimiento.-

La prueba de revenimiento debe realizarse dentro de los 5 min, después de que el muestreo se haya completado.

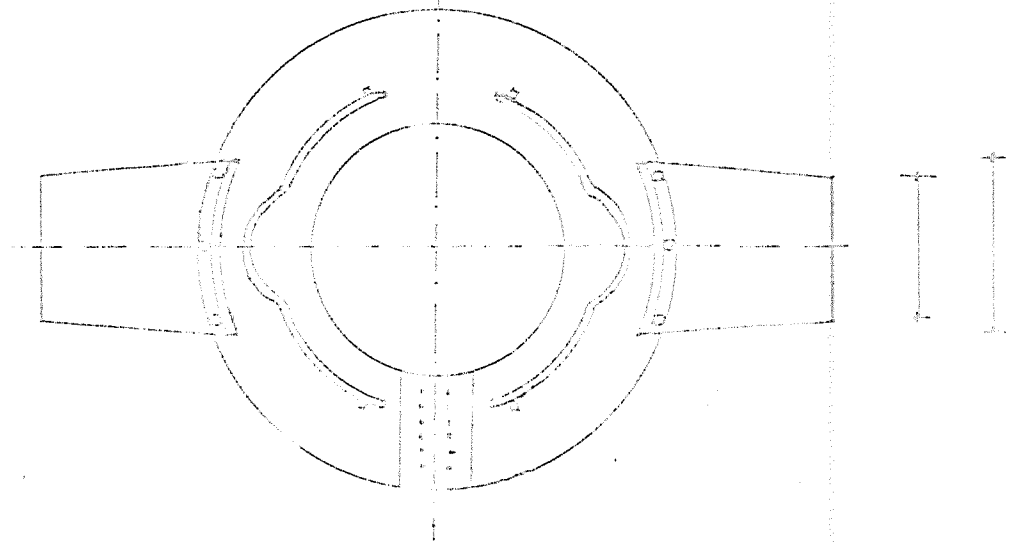
Llenado el Molde.-

Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal, plana, rígida, húmeda y no absorbente, de la muestra de concreto se llena el molde en 3 capas, cada una aproximadamente de 1/3 del volumen total del molde (Nota 1.).

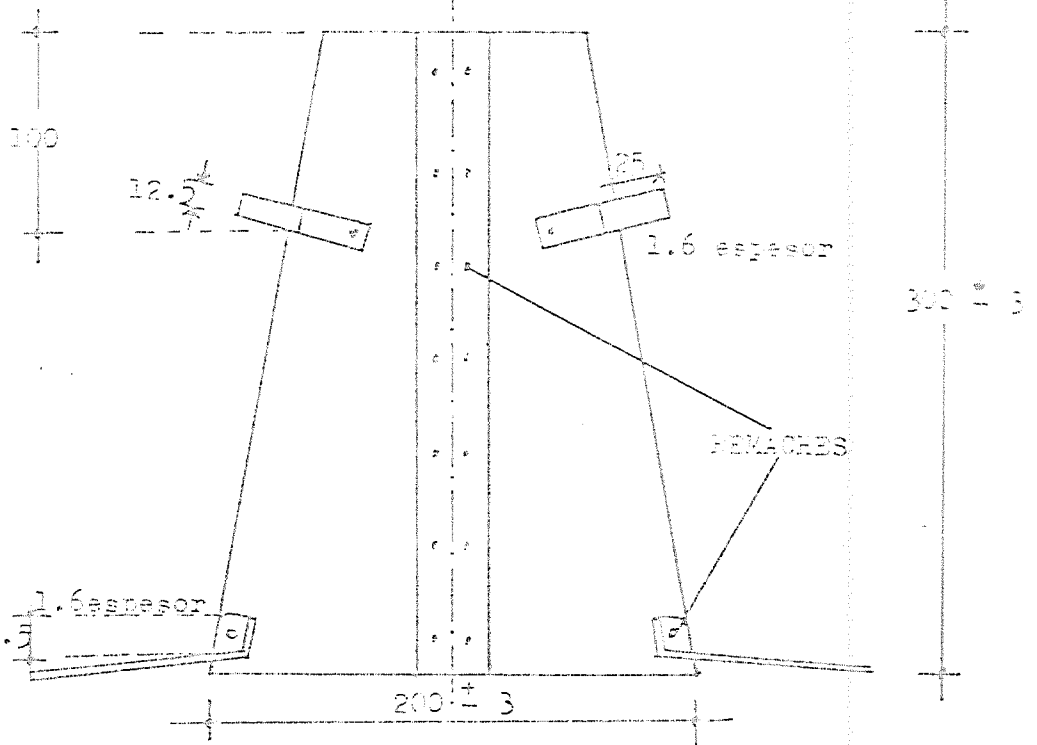
NOTA 1: Una tercera parte del volumen del molde, se llena a una altura de 7 cm, aproximadamente. Dos tercios, del volumen se llena a una altura de 15 cm, aproximadamente.

Compactación.-

Se compacta cada capa con 25 penetraciones de la varilla, introduciéndola por el extremo redondeado, distribuidas uniformemente sobre la sección de cada capa. Para la primera, capa, es necesario inclinar la varilla ligeramente. Aproximadamente la mitad de las penetraciones se hacen cerca del borde y en el per[



100 ± 3
20



ESCALA: no	DIRECCION GENERAL DE NOM.	ACOTACION
	CONO METALICO	

entro del molde y después, con la varilla en posición vertical se completan las penetraciones en forma espiral hacia el centro. Para la segunda capa se procede de la misma manera, es decir, se compacta a través de todo su espesor, de manera que la varilla penetre ligeramente la primera capa.

Llenado de la última capa.-

El llenado de la última capa es similar a los dos primeras, se esbota el concreto por encima del borde superior del molde antes de iniciar la compactación, Si por efecto de la compactación el concreto se asienta a un nivel inferior del borde, debe agregarse concreto en exceso, para mantener su nivel por encima del borde del molde todo el tiempo.

(Fig. 1)

Después de terminar la compactación de la última capa se enrasa el concreto a la altura del molde mediante un movimiento de rodamiento de la varilla. Se limpia la superficie exterior del asiento, y se levanta el molde con cuidado en dirección vertical. (Fig 3).

La operación de levantar el molde debe hacerse entre 5 y 10 seg. levantando verticalmente el molde sin movimiento lateral o torsional, la operación completa desde el comienzo del llenado hasta que se levante el molde, deberá hacerse sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2.5 min.

Lectura del Revenimiento.-

Inmediatamente después de enrasar el molde y levantarlo, se coloca invertido junto al concreto, determinando el asentamiento revenido del concreto a partir del nivel original de la base superior del molde, midiendo ésta diferencia

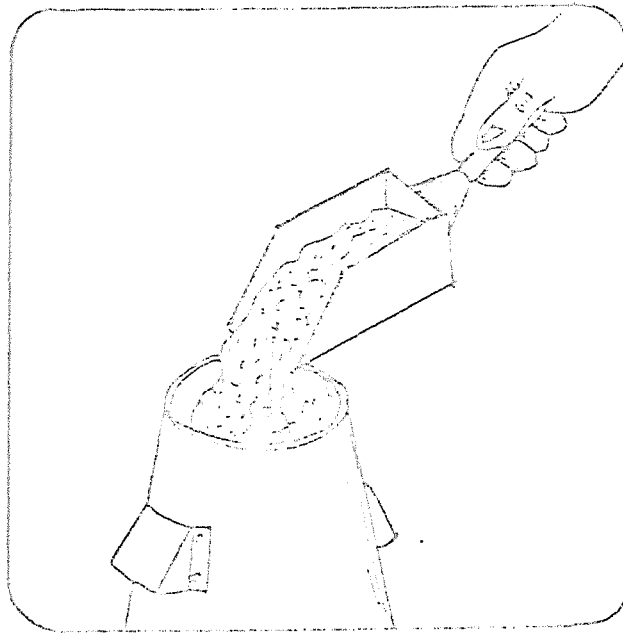


FIG. 1.

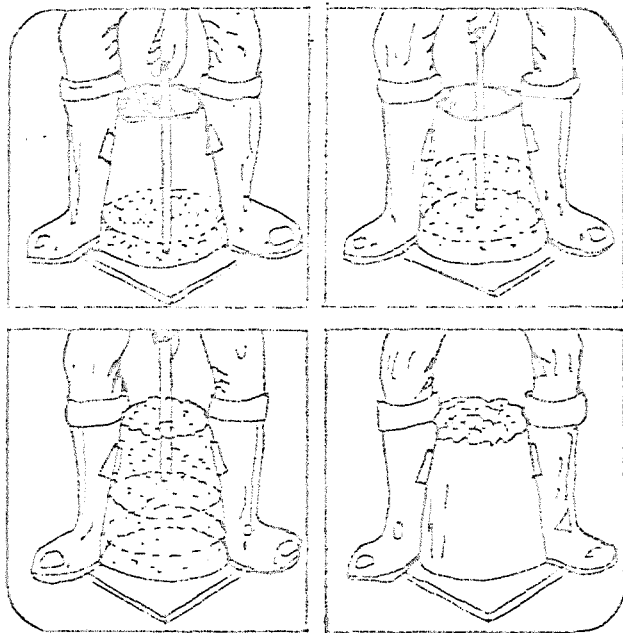


FIG. 2.

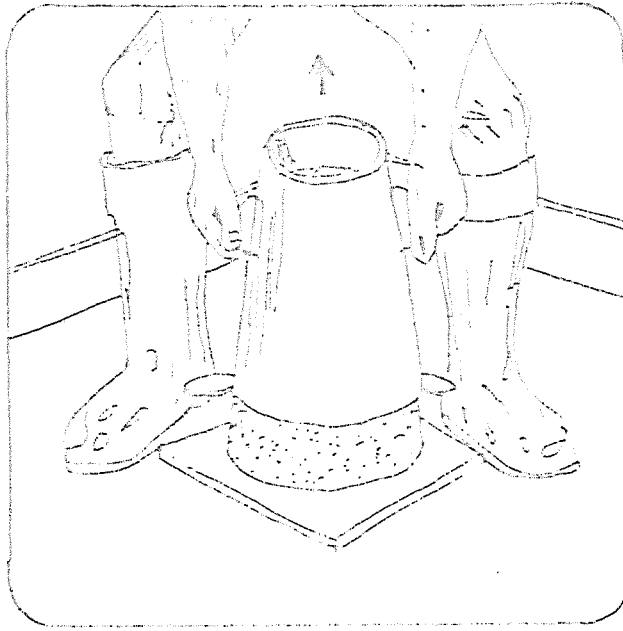


FIG. 3.

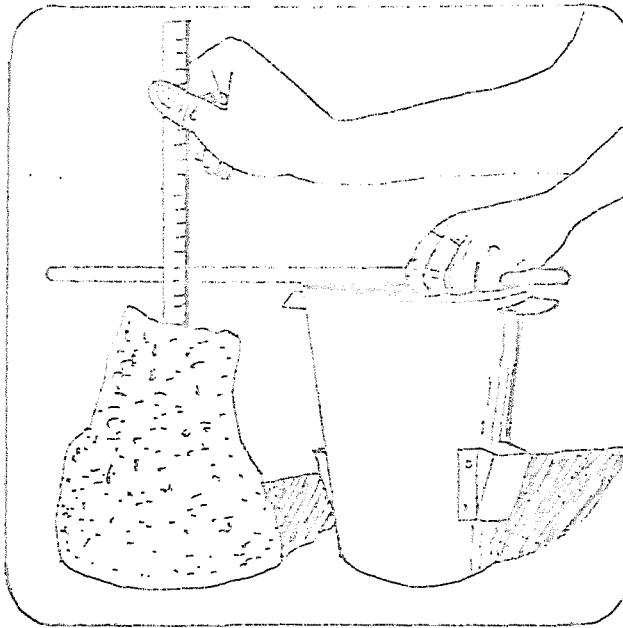


FIG. 4.

cia de alturas en el centro original de la base. (Fig 4). -

Si, alguna porción del concreto cae hacia un lado, deseche la prueba, y hágase otra con un nueva porción de la muestra.

La estructura del cono metálico es como se encuentra en el siguiente croquis.

Los tipos de revenimiento que se pueden presentar son:

Revenimiento Normal: El cual se mide al centro de la pendiente de la superficie. Superior.

Revenimiento Desplazado: Se mide al centro de la superficie superior tomando una media de las pendientes que forman la superficie.

Revenimiento Caído: Se mide de igual forma que la anterior.

La diferente forma geométrica depende de la relación agua-cemento, del procedimiento para realizarlo y el lugar en que se realice dicho revenimiento. (Fig 5).

"MUESTREO DE CONCRETO FRESCO "

La presente Norma C-161 establece el método para obtener muestras representativas de concreto fresco, tal como se entrega en sitio de la obra y con las cuales se realizan las pruebas para determinar el cumplimiento de los requisitos de calidad convenidos. Este método incluye el muestreo de concreto fresco procedente de mezcladoras estacionarias y de camiones mezcladores, agitadores o de volteo.

DEFINICIONES:

Muestra: Para los fines de ésta, muestra es: Una cantidad representativa de concreto fresco obtenida como se indicamos más adelante.

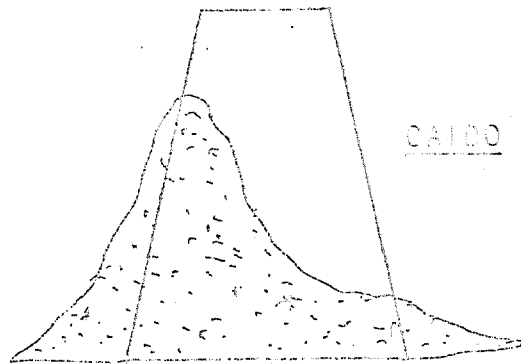
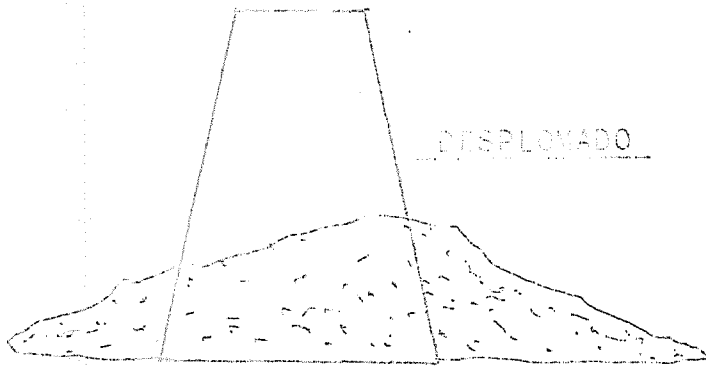


FIG. 5.

Concreto Fresco: Es la mezcla homogénea en estado plástico no endurecido, de cemento hidráulico, agregado fino y grueso, agua y aditivo, en proporciones definidas.

APARATOS Y EQUIPO:

Recipiente: Un recipiente adecuado, con capacidad aproximada de 15 Lts. (Cubeta o Carretilla). (Ver Fig. 1). Debe ser impermeable, limpio y no absorbente.

Charola: Puede ser cualquier recipiente de acero exclusivamente, limpio impermeable y no absorbente, con la capacidad adecuada para el tamaño de la muestra.

Cucharón: Debe estar limpio y debe ser impermeable, no absorbente, con capacidad de 1.5 Litros aproximadamente y de forma adecuada que evite la pérdida de material por sus costados.

Guantes: Para la manipulación del concreto fresco se recomienda el uso de guantes limpios impermeables y no absorbentes.

PROCEDIMIENTO:

Los procedimientos usados en el muestreo incluyen todas las operaciones que ayuden a obtener muestras representativas de la naturaleza y condiciones del concreto muestreado.

Muestreo de mezcladoras estacionarias (Fijas y Basculares).

La muestra se obtiene interceptando el flujo completo de descarga de la mezcladora con el recipiente, aproximadamente a la mitad de la descarga de la olla, o desviando el flujo completamente de tal modo que descargue en el recipiente. Debe tenerse cuenta de no restringir el flujo de la mezcladora con compuertas u otros medios de tal manera que cause que el concreto se segregue.

Muestreo de olla de camión mezclador o agitador.

La muestra se toma en tres o más intervalos interceptando todo el flujo de la descarga, teniendo la precaución de no --



FIG. 1.

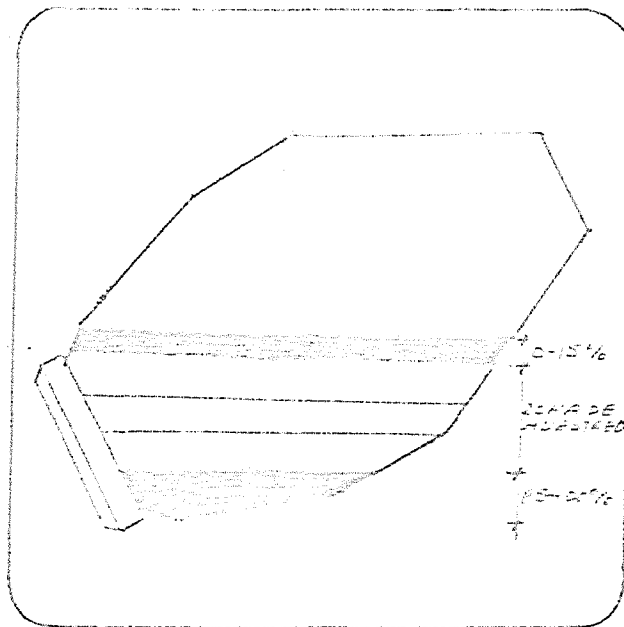


FIG. 2.

tomarla antes del 15% ni después del 85% de la misma, como se indica en la Fig. 2.

El muestreo se hace pesando repetidamente el recipiente en la descarga, interceptándola totalmente cada vez, o desviando el flujo completamente, de tal modo que descargue en el recipiente. La velocidad de descarga se debe regular con la velocidad de las revoluciones de la olla y no por la mayor o la menor abertura de la compuerta. No debe tomarse la muestra sino hasta que se haya agregado toda el agua y este homogénea la mezcla.

Muestreo de camiones caja con o sin agitadores, de volteo u otros tipos:

Las muestras se deben obtener por cualquiera de los procedimientos antes descritos.

Cantidad de la muestra: La muestra debe ser una cantidad suficiente para la realización de todas y cada una de las pruebas. Se recomienda que la muestra sea superior al volumen necesario, y esté de acuerdo con el tamaño máximo del agregado.

El mezclado de la muestra: La muestra se debe transportar sin pérdida de material al lugar donde se efectúan pruebas y se debe remezclar para asegurar su uniformidad.

Tiempo: El intervalo entre la obtención de la primera y última porción de una muestra compuesta debe ser tan corto como sea posible, pero nunca más de 15 minutos.

El período entre tomar la muestra y usarla no debe exceder de 15 min.

La muestra debe ser protegida en ese intervalo de los rayos solares y el viento.

Las pruebas de revenimiento o de aire incluido deben iniciarse dentro de los 5 min. después de que el muestreo se haya terminado.

" ELABORACION Y CURADO EN CERA DE ESPECIMENES DE CONCRETO "

Para los fines de esta norma se establece la siguiente definición:

Curado: Es el proceso mediante el cual, en un ambiente especificado de humedad y temperatura, se favorece la hidratación del cemento o de los materiales cementantes en la mezcla.

Aparatos y equipo:

Moldes en general: Los moldes y los accesorios, para la elaboración de los especímenes de concreto deben ser de acero, fierro fundido, u otro material no absorbente y no atacable por el concreto de cemento Portland u otros cementos hidráulicos. Los moldes deben conservar su forma y dimensiones bajo condiciones severas de uso. Los moldes deben ser impermeables durante su uso, lo cual se puede juzgar por su habilidad para retener totalmente el agua que se vierte en ellos. En caso contrario se debe usar un material sellador adecuado, tal como una grasa pesada, arcilla moldeable, o -- parafina microcristalina para prevenir filtraciones através -- de las juntas. O sea los moldes para considerarse suficientemente impermeables, deben ser llenados de un 90 a un 95% de su altura, luego someterse a movimientos y golpeo similares a los que se tienen cuando se moldea el espécimen de concreto. -- Después de una hora se debe examinar el molde para determinar si hay fugas visibles. La pérdida del agua estancada, expresada en el volúmen inicial, no debe ser mayor del 2%.

Se debe contar con dispositivos para sujetar firmemente las placas de base de los moldes. Los moldes se deben revestir interiormente, antes de usarse, con un aceite mineral o un material adecuado, no reactivo, con los ingredientes del concreto.

Moldes Cilíndricos:

Se dividen en:

Moldes Verticales.

Estos deben ser de lámina gruesa, o de un material no absorbente, rígido. El plano de la orilla del molde debe formar un ángulo recto con el eje del mismo. Los moldes no deben variar en todos sus diámetros en más de 1.5 mm. del prescrito, ni en más de 6 mm. de su altura prescrita.

La base de los moldes metálicos debe ser una plancheta del mismo material, en moldes de otro material la base puede ser metálica o integralmente moldeada, del mismo material. Las bases deben contar con dispositivos de sujeción al molde que formen un ángulo recto con el eje del cilindro.

Moldes para vigas:

Los moldes para vigas deben ser de forma rectangular y de dimensiones requeridos para producir los especímenes estipulados para la prueba de resistencia a la Flexión en la cual especifica que los especímenes para determinar la resistencia a la flexión deben ser vigas rectangulares de concreto, coladas y endurecidas con el eje longitudinal en posición horizontal. La longitud debe ser por lo menos 5 cm. mayor que tres veces el peralte que se usa para la prueba. No debe exceder de 1.5 la relación de ancho a peralte del espécimen moldeado. La viga tipo debe ser de 15 x 15 cm. de sección transversal y se debe usar para concreto con tamaño máximo de agregado hasta 50 mm. Cuando el tamaño máximo del agregado grueso exceda de 50 mm., la menor dimensión de la sección transversal de la viga debe ser por lo menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado. Que en general, el tamaño máximo nominal del agregado grueso, debe ser el siguiente tamaño mayor -

que la malla en la cual se ha retenido el 15% del mismo.

A menos que se requiera, por las especificaciones del mismo no se deben hacer vigas en el cuerpo con un ancho o peralte menor de 15 cm.

La superficie interior de los moldes debe ser lisa y estar libre de protuberancias. Los lados, la parte inferior y los extremos, deben estar formando ángulos rectos entre sí y deben ser planos y estar libre de alabeos. La variación -- máxima de la sección transversal nominal no debe exceder de 3 mm. para moldes de 15 centímetros o más de peralte o ancho. Los moldes no deben tener una longitud menor de 1.5 m. de la longitud requerida, pero pueden excederla en más de esa cantidad. Deben satisfacer los requisitos de impermeabilidad

Varilla para la compactación:

Esta debe ser de sección circular de acero, recta, de 16 mm. de diámetro y 60 cm. de longitud con los extremos semi esféricos, del mismo diámetro, para evitar la segregación -- (O sea que el material grueso caiga hacia abajo).

La herramienta auxiliar son:

Pales, cucharas de albañil, llanas de madera o metálicas, enrasador, reglas y escantillones.

El recipiente puede ser una charola de lámina gruesa, de metal o una carretilla limpia, no absorbente, de capacidad suficiente para permitir un mezclado fácil de la muestra total con una cuchara o pala.

FABRICACION DE ESPECIMENES.

Lugar de moldeo.-

Los especímenes serán moldeados rápidamente sobre una superficie rígida, horizontal, libre de vibraciones y bajo te

cho, debiendo permanecer en éste lugar durante las primeras - 24 horas.

Llenado del molde.-

Es necesario, remezclar la muestra de concreto de la charola con una pala o cucharón para prevenir la segregación durante el moldeo de los especímenes. Para colocar el concreto en los moldes, se utiliza un cucharón o pala apropiada; - debe seleccionarse cada palada de concreto, asegurándose que sea representativa de la mezcla que contiene la carretilla. El vaciado a los moldes debe efectuarse también evitando la segregación. Al colocar el concreto de la primera capa, debe distribuirse éste con la varilla antes de comenzar la compactación. Al colocar la capa final, el operador debe tomar de la carretilla la cantidad de concreto necesario ó más, para que al terminar la compactación, se llene totalmente el molde. No debe adicionarse más concreto cuando el molde no quede completamente lleno después de las últimas penetraciones de compactación.

Compactación.-

Para efectuar ésta operación, se coloca el concreto en el molde con 3 capas de aproximadamente de igual volumen compactándose con 25 penetraciones cada una introduciendo la varilla por el extremo redondeado y distribuyendo las penetraciones uniformemente sobre la sección transversal de cada capa, y sobre todo el espesor de ésta, al compactar las siguientes. La varilla debe penetrar en la capa anterior aproximadamente 2.5 cm. Si aparecen huecos por el efecto de variado, deben golpearse los lados de los moldes ligeramente - hasta cerrar los huecos. (Fig. 1, 3 y 4).

Acabado.-

El acabado debe realizarse con una manipulación mínim

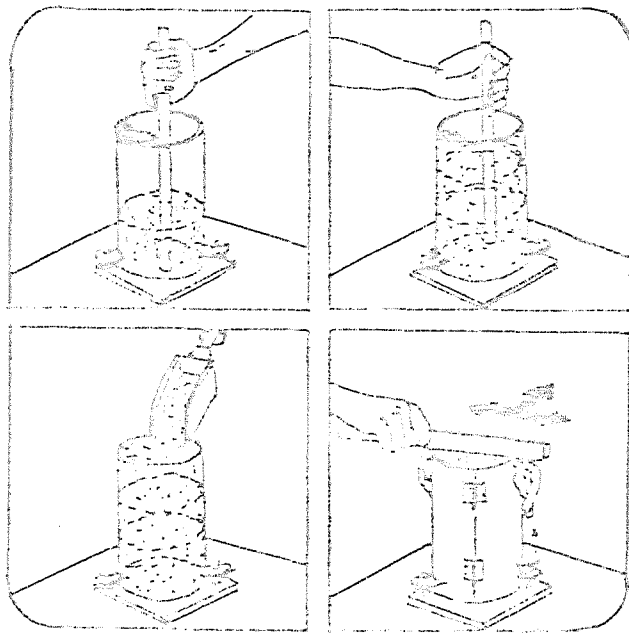


FIG. 1.

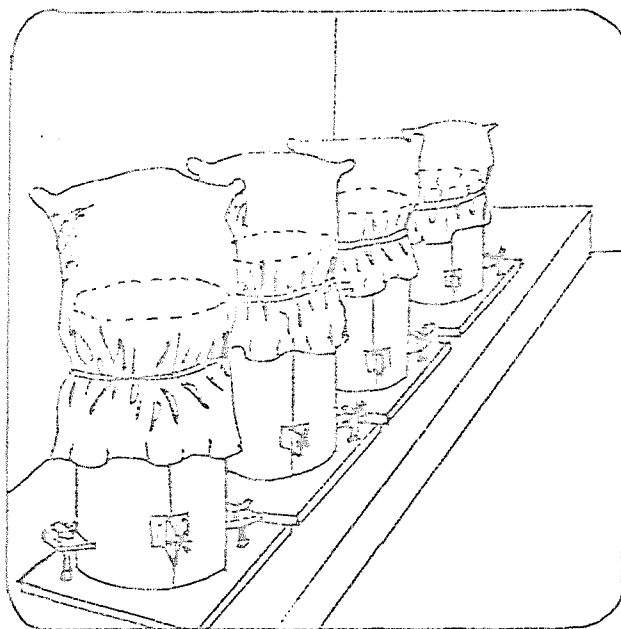


FIG. 2.

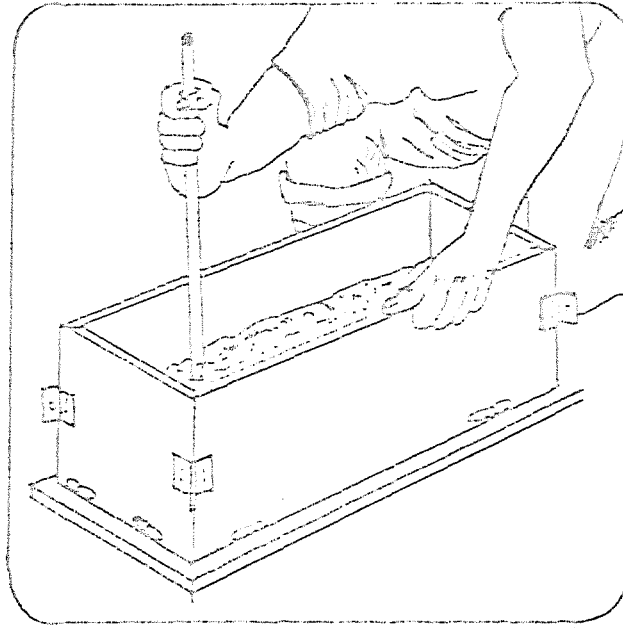


FIG. 3.

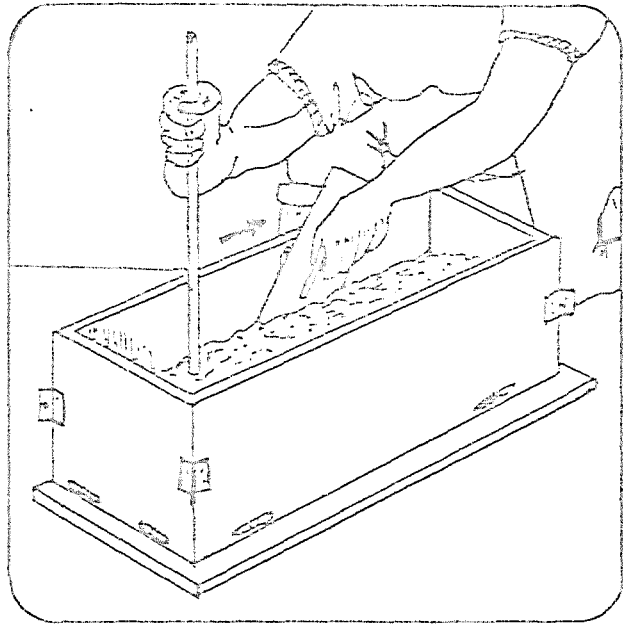


FIG. 4.

ma para producir una superficie lisa y horizontal. La superficie del concreto no debe tener depresiones o proyecciones mayores a 3 mm. a partir de la orilla superior del molde.

Todas las operaciones anteriores, deben efectuarse -- consecutivamente y sin intervalos hasta terminar en el enrase del molde (NOTA 1.).

NOTA 1 : Es muy importante, que en ningún caso deba dejarse material rebazando el nivel superior del molde para retirarse más tarde.

Curado Inicial.-

Durante las primeras 24 horas, después del moldeo el lugar de almacenamiento de los especímenes estará bajo condiciones de temperatura adecuada, para prevenir la pérdida de humedad, sobre todo deben protegerse de los rayos solares y del viento. (Fig. 2).

Identificación de las muestras.-

Inmediatamente después del moldeo de los especímenes, deben indentificarse mediante una etiqueta de papel húmedo sobre la superficie del concreto.

Una vez que han cumplido las 24 horas de colados, se desimbran los cilindros, marcándose con tinta en forma lateral el número correspondiente de cilindro. La relación de muestreo debe ser entregado al chofer que recolecta las muestras en cada obra.

Las hojas de muestreo y programación, deben ser revisados y firmadas por el laboratorista de cada obra antes de ser enviadas a ensaye al laboratorio.

NUMERO DE MUESTRAS POR DIA DE CADA PLANTA U OBRA.

SEGUN SU VOLUMEN DE PRODUCCION O COMPRA.

<u>Volumen de Producción</u>	<u>Número de Muestras.</u>
(m3)	
Menor de 100	4
de 101 a 150	6
de 150 a 200	8
de 201 a 300	9
de 301 a 500	10
mayor de 501	11

II. 4.- CONTROL DE CALIDAD ESTADISTICO.

Los métodos estadísticos proporcionan una herramienta valiosa para la interpretación de resultados de ensaye, - de resistencia; la información que proporcionan también es - valiosa para refinar los criterios de diseño y las especificaciones.

El informe discute brevemente las numerosas variaciones que ocurren en la resistencia del concreto y presenta métodos estadísticos que son útiles, para interpretar estas variaciones. Se presentan criterios que pueden, usarse para interpretar estas variaciones.

Se presentan criterios que pueden usarse para establecer especificaciones y mantener la uniformidad requerida. En un apéndice se presenta una versión simplificada de los - procedimientos de control de calidad estadístico del concreto.

"La función principal de los ensayos de compresión - de concreto en el campo es asegurar la producción de concreto uniforme y de la resistencia, calidad deseadas. Como el concreto es una masa endurecida de materiales heterogéneos, está sujeto a la influencia de numerosas variables. Las características de cada uno de los ingredientes del concreto pueden producir variaciones que dependen de su uniformidad. Las variaciones también pueden deberse a las prácticas utilizadas en el proporcionamiento, mezclado, transporte, colocación, y curado. Además de las variaciones que existen en el concreto mismo, también se introducen variaciones de resistencia durante la fabricación, ensaye y cuidado de los especímenes de ensaye!"¹

Las variaciones en la resistencia del concreto deben

1) INCYC. CONTROL DE CALIDAD. MEXICO, D.F., ENMED 1960.

aceptarse; pero puede producirse un concreto de la calidad adecuada si se mantiene un control correcto, si se interpretan adecuadamente los resultados de ensaye, y si se consideran las limitaciones.

El Control Adecuado Se alcanza mediante el uso de materiales satisfactorios mezclados debidamente para lograr un concreto económico de la calidad deseada, si se siguen prácticas correctas en el transporte, colocación, curado y protección del concreto fresco. Aunque las variables complejas que intervienen en el concreto evitan alcanzar una uniformidad completa, una variación excesiva en la resistencia del concreto significa un control inadecuado. Si se mejora el control se puede reducir el costo del concreto ya que la resistencia promedio puede ajustarse en forma más precisa a los requisitos de las especificaciones.

La resistencia a la compresión no es necesariamente el factor más crítico al diseñar mezclas de concreto ya que otros factores tales como la durabilidad, pueden fijar relaciones agua-cemento menores que las que se requireren para alcanzar los requisitos de resistencia. En tales casos la resistencia necesariamente será mayor de lo que se requiere por diseño estructural. Sin embargo, los ensayos de resistencia también son valiosos en tales circunstancias ya que las variaciones de resistencia indican variaciones en otras propiedades.

Los especímenes de ensaye indican la resistencia -- potencial de una estructura más que su resistencia real; -- una mano de obra deficiente al colocar y curar el concreto puede producir reducciones en la resistencia que no se reflejan en los ensayos. Siempre que sea práctico las conclu

siones sobre la resistencia del concreto deben derivarse de un conjunto de ensayos a partir de los cuales se pueden estimar en forma más precisa las características y uniformidad del concreto. Si se confía demasiado en los resultados de unos cuantos ensayos las conclusiones que se alcancen pueden ser erróneas.

Los métodos estadísticos no se han usado mucho en el diseño y construcción de estructuras de concreto, excepto por algunas organizaciones grandes. Estos métodos proporcionan una herramienta muy valiosa para interpretar los resultados de los ensayos de resistencia y tal información es también valiosa para refinar los criterios de diseño y las especificaciones. En este trabajo se discuten brevemente las variaciones que ocurren en la resistencia del concreto, se presentan criterios que pueden usarse para establecer especificaciones y para mantener la uniformidad requerida. Aunque este informe se refiere a ensayos de compresión, los métodos estadísticos presentados pueden aplicarse también a ensayos de flexión y otros ensayos de concreto.

VARIACIONES EN RESISTENCIA

"La magnitud de las variaciones en la resistencia del concreto depende del control que se lleve sobre los materiales, la fabricación del concreto, y los ensayos. Las diferencias en resistencia pueden deberse a dos causas fundamentalmente diferentes, como se muestra en la Tabla 1. (a) diferencias en las propiedades de la mezcla del concreto, cuando estas propiedades influyen en el valor de la resistencia, y (b) diferencia aparente en la resistencia debida a discrepancias en los ensayos."²

² UNAM, FAC. DE ING., CENTRO DE EDUCACION CONTINUA, CURSO PARA RESIDENTES DE ZONAS DE RIESGO.
MEXICO, D.F., JULIO DE 1972.

Propiedades del Concreto

Se ha establecido que la resistencia del concreto depende mucho de la relación agua-cemento. El primer criterio para obtener concreto de la resistencia adecuada es, por consiguiente, conservar una relación uniforme agua-cemento. Ya que la cantidad de cemento puede medirse con precisión, el problema de mantener una relación uniforme agua-cemento es principalmente un problema de controlar el contenido de agua. Este problema se complica porque los agregados tienen una humedad libre variable.

El concreto no puede ser más uniforme que los agregados, el cemento, y los aditivos empleados. Cada uno de estos ingredientes contribuye a las variaciones en la resistencia del concreto. Para una consistencia dada, la temperatura del concreto influye en la relación agua-cemento y, por consiguiente, contribuye a variaciones en la resistencia. Los métodos de construcción pueden causar también variaciones en la resistencia. Un mezclado inadecuado, una compactación pobre, retrasos e interrupciones en la colocación, un curado impropio, etc., originan variaciones considerables en la resistencia.

T A B L A 1

PRINCIPALES CAUSAS DE VARIACIONES DE RESISTENCIA.

Variaciones intrínsecas del concreto	' Variaciones en los procedimientos de Ensaye
	'
Variaciones en la relación agua-cemento debidas a:	' Procedimientos de muestreo inconsistentes.
Control deficiente en la dosificación del agua.	'
	' Técnicas de fabricación no uniformes:
Variaciones excesivas en la humedad de los agregados.	' Compactación variable
Variaciones en el consumo de agua debidas a:	' Manejo excesivo de las muestras
Variaciones en la granulometría de agregados.	' Cuidado deficiente de los especímenes frescos
Falta de uniformidad en los materiales.	' Deficiencias en el curado:
Variaciones en las características y proporciones de los componentes:	' Variación de temperatura
Agregados	' Variación de humedad
Cemento	' Procedimientos de Ensaye inadecuados:
Puzolana	' Cabeceo incorrecto de especímenes
Aditivos	' Ensaye deficiente.
Variaciones por efecto de transporte, colocación y compactación.	'
Variaciones en la temperatura y en el curado.	'
	'

El empleo de aditivos presenta problemas adicionales para mantener la uniformidad en la resistencia ya que cada aditivo agrega una nueva variable al concreto. Se deberá controlar el --

empleo de acelerantes, retardadores, puzolanas y agentes -
inclusiones de aire y deberá considerarse su influencia en-
la resistencia del concreto.

Métodos de ensaye

Los ensayes de concreto pueden o no incluir todas -
las variaciones en resistencia del concreto colocado depen-
diendo de las variables que se introduzcan después de la -
elaboración de los especímenes de ensaye. Por otro lado, -
las discrepancias en el muestreo, la fabricación, el cura-
do y el ensaye de especímenes pueden indicar variaciones -
en la resistencia que en realidad no existen en el concre-
to colocado. Cuando las variaciones debidas a estas discre-
pancias son excesivas, es necesario aplicar al proyecto un
factor de seguridad excesivamente grande. Los métodos de -
ensaye correctos reducen estas variaciones y por consiguien
te deben establecense procedimientos estándar de ensaye --
tal como los descritos en las normas ASTM. Estos procedi--
mientos deben seguirse estrictamente.

Es evidente la importancia que tiene emplear equipo
de laboratorio adecuado, pues de éste dependerá la preci--
sión de los ensayes. Los resultados uniformes de ensaye no
son necesariamente resultados precisos. El equipo y los --
procedimientos de laboratorio deberán ser calibrados y ve-
rificados con periodicidad.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE RESISTENCIA

Para obtener la máxima información, deberán hacerse
ensayes de compresión en un número suficiente para represen-
tar al concreto producido, y deberán emplearse los métodos-
estadísticos apropiados para interpretar los resultados. -

" Los métodos estadísticos proporcionan la mejor base para deducir de tales resultados, la calidad y resistencia potenciales del concreto en una estructura y para expresar los resultados en la forma más útil."³

Funciones estadísticas

Puede suponerse que las resistencias de especímenes de ensaye de concreto en proyectos controlados caen dentro de la curva normal de distribución de frecuencia que se ilustra en la Fig. 1. Para estudios estadísticos más completos, puede ser conveniente determinar la forma real de la curvatura. Cuando hay un buen control, los valores de la resistencia serán cercanos al valor promedio, y la curva será alta y cerrada. Si aumentan las variaciones en la resistencia, los valores se dispersan y la curva se vuelve baja y abierta, Fig. 2. Existen ciertas funciones de la curva de frecuencia normal que son útiles para evaluar los datos de resistencia:

Promedio, \bar{X} - Resistencia promedio de todos los cilindros.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad (1)$$

Donde $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ son los resultados de resistencia de especímenes individuales y n es el número total de especímenes ensayados.

Desviación estándar, σ - La medida más usual de dispersión es la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las desviaciones de las resistencias respecto a la resistencia promedio. Haciendo referencia a la Fig. 1, la desviación estándar es el radio de giro respecto al centro del área comprendida

3) SAH. MANUAL DE CONCRETO. TOMO III.
MEXICO, D.F., 1970.

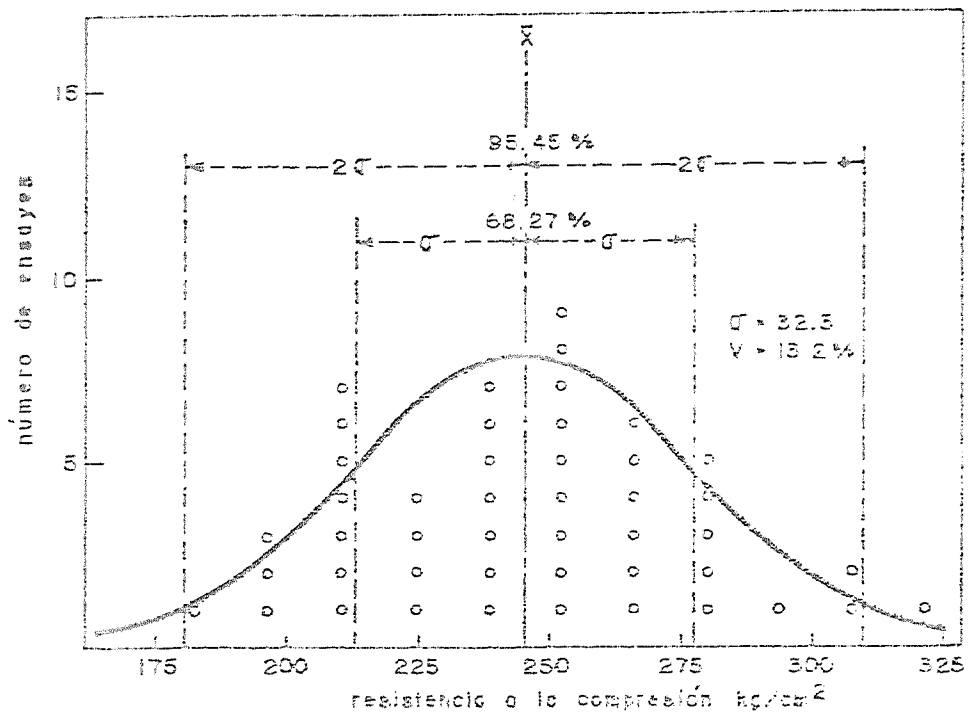


Fig. 1 - Distribución normal de frecuencia de ensayes de resistencia

GRÁFICAS OBTENIDAS EN: SARE, MANUAL DE CONCRETO, TOMO III, MEXICO, D.F., 1970.

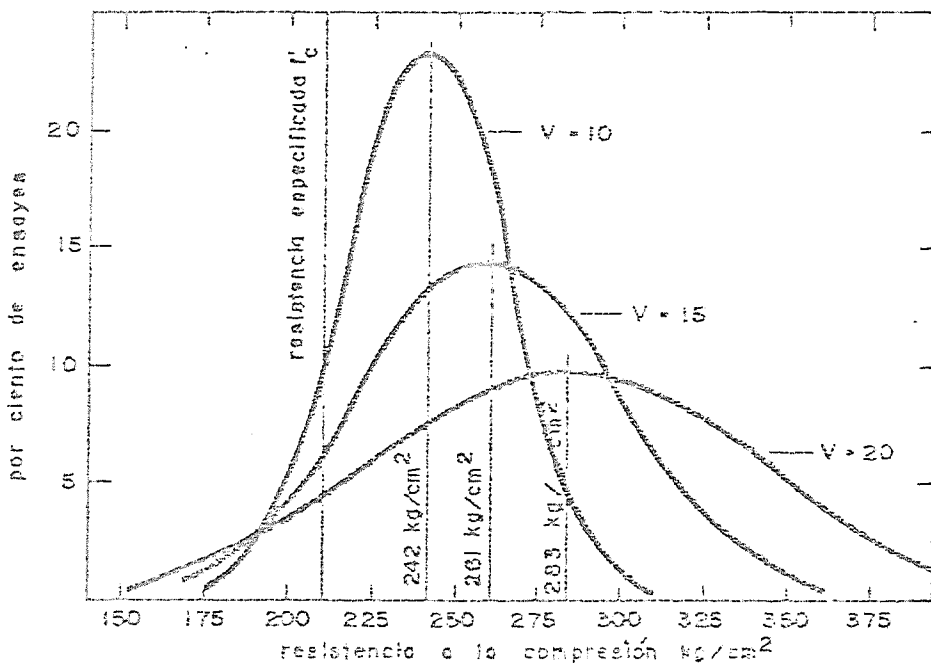


Fig. 2 - Curvas de frecuencia normal para coeficientes de variación de 10, 15 y 20 por ciento

bajo la curva teórica de probabilidad. La desviación estándar se encuentra obteniendo la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las desviaciones de las resistencias individuales respecto a la resistencia promedio*.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

Para facilidad de cálculo, cuando se utiliza una calculadora mecánica, la desviación estándar puede obtenerse dividiendo la suma de los cuadrados de las resistencias individuales entre el número de cilindros, restando a este cociente el cuadrado de la resistencia promedio, y extrayendo la raíz cuadrada del total.

$$\sigma = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2}{n} - \bar{x}^2} \quad (3)$$

σ , arreglando los términos para que el denominador quede fuera del radical:

$$\sigma = \frac{1}{n} \sqrt{n (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2) - (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)^2} \quad (3a)$$

Coefficiente de variación, V - La desviación estándar expresada como porcentaje.

* Algunos textos sobre estadística definen σ como la desviación estándar del universo (Número infinito de ensayos) y s como la desviación estándar de una muestra. Para -

calcular \underline{s} en lugar de σ se sustituye n por $(n-1)$ en la Ec. 2 Esta práctica no se siguió en el manual del Comité-ASTM E-11 sobre Control de calidad de Materiales (ASTM - Special Technical Publication No. 15-C) y es significativa únicamente cuando el número de muestras es pequeño -- (menor que 30). Generalmente, el control de la uniformidad del concreto implica un número grande de muestras obtenidas durante cierto período de tiempo y la diferencia entre los dos métodos no es importante. Por otro lado, el número de muestras es normalmente pequeño (dos o tres ensayos) al calcular la desviación estándar del ensayo σ_1 . La Ec. 5 es útil en este caso ya que el factor $1/d_2$ y un valor confiable de \bar{R} producen una estimación verdadera o insesgada de σ_1 distinta de la que se obtiene a partir de los valores observados según las Ecs. 2 y 3. Los valores de la Tabla 2 se establecieron a partir de un número grande de ensayos basándose en las fórmulas presentadas. de la resistencia promedio se denomina coeficiente de variación.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100 \tag{4}$$

Esta función permite expresar el grado de dispersión como porcentaje y no como valor absoluto. La Tabla 2 muestra los coeficientes de variación que pueden esperarse en proyectos controlados. Los valores están basados en experiencias obtenidas de un gran número de proyectos y se presentan como una guía general para la evaluación del control del concreto.

T A B L A - 2

NORMAS PARA CONTROL DE CONCRETO

Clase de Operación	Coeficiente de variación para diferentes grados de control			
	Excelente	Bueno	Regular	Malo
Variaciones Globales:				
Construcción General	Inf. a 10.0	10.0 a 15.0	15.0 a 20.0	Sup. a 20.0
Control de Laboratorio	Inf. a 5.0	5.0 a 7.0	7.0 a 10.0	Sup. a 10.0
Variaciones en los ensayos				
Control de campo	Inf. a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	Sup. a 6.0
Control de Laboratorio	Inf. a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	Sup. a 5.0

NOTA: Estas normas representan el promedio de cilindros de 28 días de edad calculado a partir de un número grande de ensayos. Pueden esperarse valores diferentes para concretos especiales.

Intervalo, R - El intervalo se encuentra restando la resistencia más baja en cualquier grupo de ensayos de la resistencia más alta. El intervalo es útil para calcular la desviación - estándar en el ensayo como se discute en la siguiente sección.

Variaciones en las revolturas

Como se mencionó anteriormente, las variaciones en los - resultados de ensayos de resistencia pueden deberse a dos causas diferentes: (a) propiedades de la mezcla de concreto, y (b) discrepancias en los métodos de ensayo. Es posible por un análisis de variancia calcular las variaciones debidas a cada una de las causas.

Variaciones en los ensayos -

Las variaciones en resistencia del concreto, dentro de - una revoltura, se encuentran determinando las variaciones de un grupo de cilindros fabricados de esa misma revoltura. Es conveniente suponer que una muestra de concreto es uniforme y, que -- por lo tanto, cualquier variación entre especímenes compañeros - fabricados de dicha muestra se debe a discrepancias en la fabricación, en el curado o en el ensayo. Las muestras tomadas de diferentes partes de una revoltura pueden incluir variaciones debidas a la ineficiencia de las mezcladoras. Los especímenes compañeros fabricados de muestras tomadas de diversas partes de la revoltura pueden usarse, por lo tanto, para diferenciar entre la - mezcladora y la eficiencia del ensayo. Una sola revoltura de concreto proporciona información insuficiente para el análisis estadístico, y se recomienda fabricar y ensayar cilindros compañeros de por lo menos diez muestras tomadas de diferentes revolturas, - para poder establecer valores confiables de \bar{R} . La desviación es-

tándar y el coeficiente de variación en los ensayos se calculan como sigue:

$$\sigma_1 = \frac{1}{d_2} \bar{R} \quad (5)$$

$$V_1 = \frac{\sigma_1}{\bar{X}} \times 100 \quad (6)$$

donde:

σ_1 = desviación estándar en los ensayos.

$\frac{1}{d_2}$ = constante que depende del número de cilindros de cada grupo.

\bar{R} = Intervalo promedio de los grupos de cilindros compañeros.

V_1 = Coeficiente de variación en los ensayos.

\bar{X} = resistencia promedio.

Distribución acumulativa

Si se aplica al concreto la teoría del " eslabón más débil ", el número de ensayos que da resistencias menores que la deseada es más importante para calcular la capacidad de carga de las estructuras de concreto que la resistencia promedio obtenida. Sin embargo, no es práctico especificar una resistencia mínima para el concreto, puesto que la ley normal de probabilidades indica que cabe.

T A B L A - 3 .

FACTORES PARA EL CALCULO DE DESVIACION ESTANDAR
EN LOS ENSAYES*

Número de los Especí menes	d_2	$1/d_2$
2	1.128	0.8865
3	1.693	0.5907
4	2.059	0.4857
5	2.326	0.4299
6	2.534	0.3946
7	2.704	0.3698
8	2.847	0.3512
9	2.970	0.3367
10	3.078	0.3249

* De la Tabla B2, " Manual de Control de Calidad de Materiales" ASTM Special Technical Publication No. 15 C.

esperar que un ensaye de cada seis resulte con una resisten-
cia menor que la resistencia promedio (\bar{X}) menos la desvia-
ción estándar (σ), uno de cada 44 menor que la resistencia
promedio menos 26, y uno de cada 741 menor que la resisten-
cia promedio menos 36.

La curva de distribución acumulativa se obtiene acumulan-
do el número de ensayes que dan resultados inferiores a una

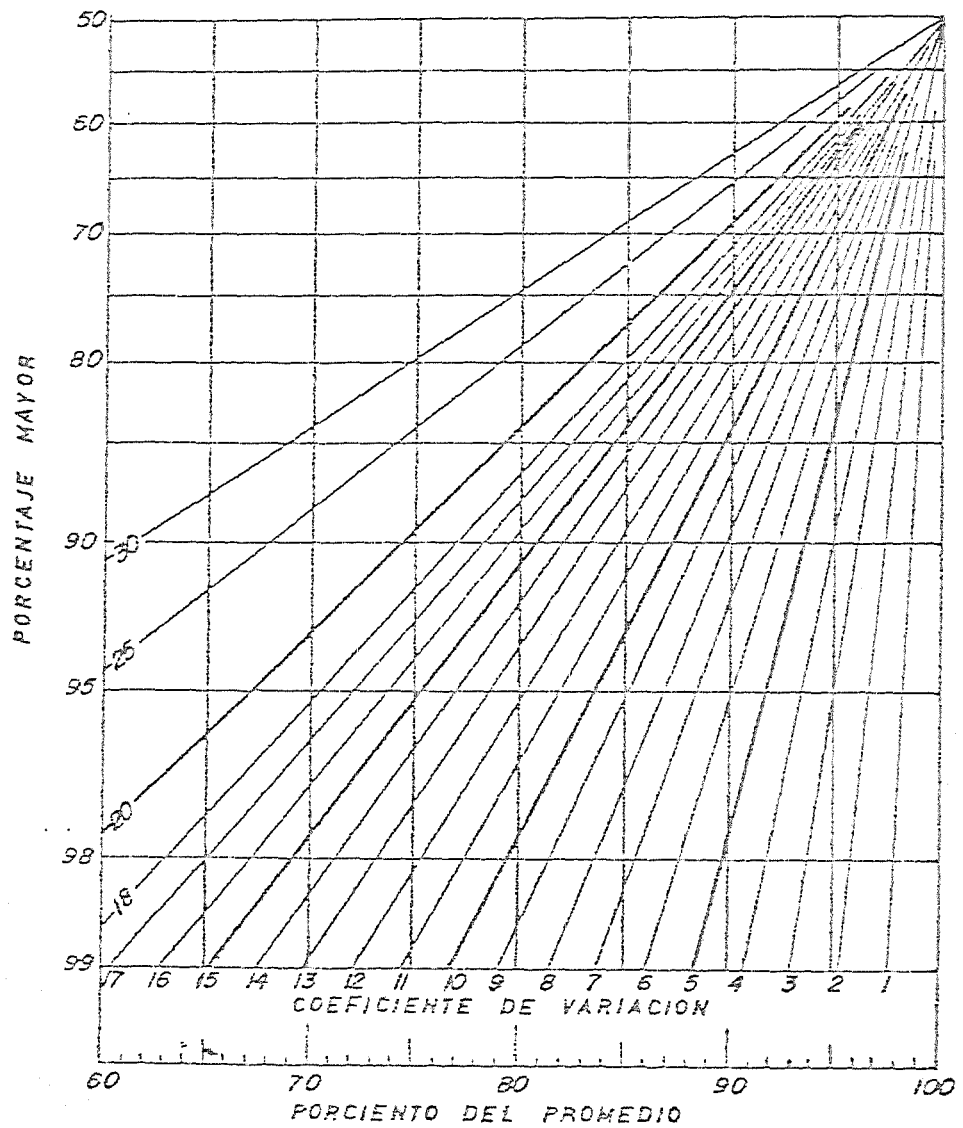
resistencia dada. La Fig. 3 muestra un grupo de curvas de distribuciones acumulativas expresadas en porcentaje y trazadas - como líneas rectas en la escala de probabilidad. Esta carta - permite obtener datos sobre la probabilidad acumulativa cuando se conocen los coeficientes de variación.

Cartas de control de calidad.

Las cartas de control de calidad se han usado en las Industrias de manufactura durante muchos años como una ayuda para lograr uniformidad y eficiencia en la producción. Se ha establecido métodos bien definidos para hacer estas cartas los - cuales se describen en el " Manual de Control de Calidad de Materiales "de la ASTM. Basándose en la tendencia de resultados - anteriores y en los límites establecidos, las nuevas tendencias resultan evidentes al pasar los nuevos resultados a las cartas. Los puntos que caen fuera de los límites calculados indican - que algo ha afectado al control del proceso. Estas cartas se - recomiendan siempre que el concreto se produzca en forma conti - nua durante períodos de tiempo considerables.

En la Fig. 4 se ilustran tres cartas simplificadas preparadas específicamente para control del concreto. (Este no - es particularmente un buen control). Aunque estas cartas no - contienen todos los aspectos de las cartas formales de control resultan útiles para el ingeniero, arquitecto, y superintenden - te de planta.

(a) Carta en la cual los resultados de todos los ensa-- yes de resistencia se llevan a la gráfica conforme se van reci - biendo. La línea de la resistencia promedio requerida se esta - blece como se indica en la sección de criterios, y la resisten - cia de proyecto especificada indica el número de resultados ba - jos.



CURVAS DE DISTRIBUCION ACUMULADA PARA
 DIFERENTES VALORES DEL COEFICIENTE DE
 VARIACION.

GRÁFICA OBTENIDA EN: SARE. MANUAL DE CONCRETO.
 TOMO III.
 MEXICO, D.F., 1970.

Fig. 3

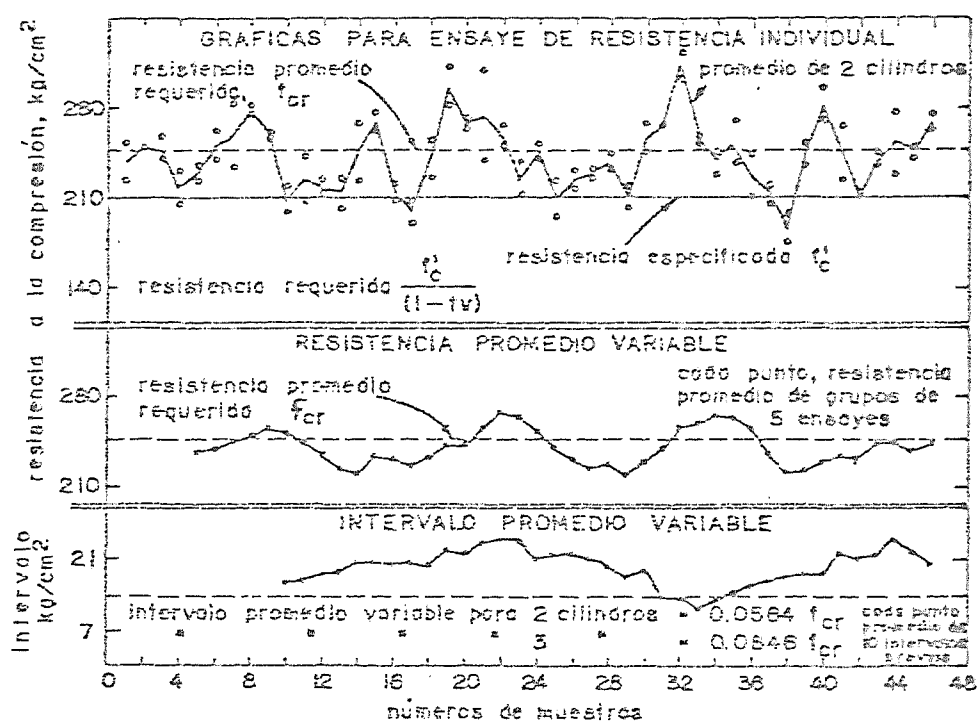


Fig.4: — Gráficas para control de calidad del concreto

GRÁFICA OBTENIDA EN: SARH, MANUAL DE CONCRETO, TOMO III, MEXICO, D.F., 1970.

(b) Promedio de resistencia a la compresión variable, en la cual se señala el promedio de los cinco grupos anteriores de dos cilindros compañeros para cada día o tipo; en este caso la resistencia promedio es el límite inferior. Esta carta es útil ya que indica tendencias y muestra la influencia de cambios de estación, cambios de materiales, etc. El número de ensayos promediados para cada punto, con un límite inferior apropiado, puede variarse para cada trabajo.

(c) Promedio de intervalo variable, en la cual el intervalo promedio de los diez grupos anteriores de cilindros compañeros se lleva a la gráfica para cada día o tipo. El intervalo promedio máximo permisible para un buen control de laboratorio también se señala en la gráfica.

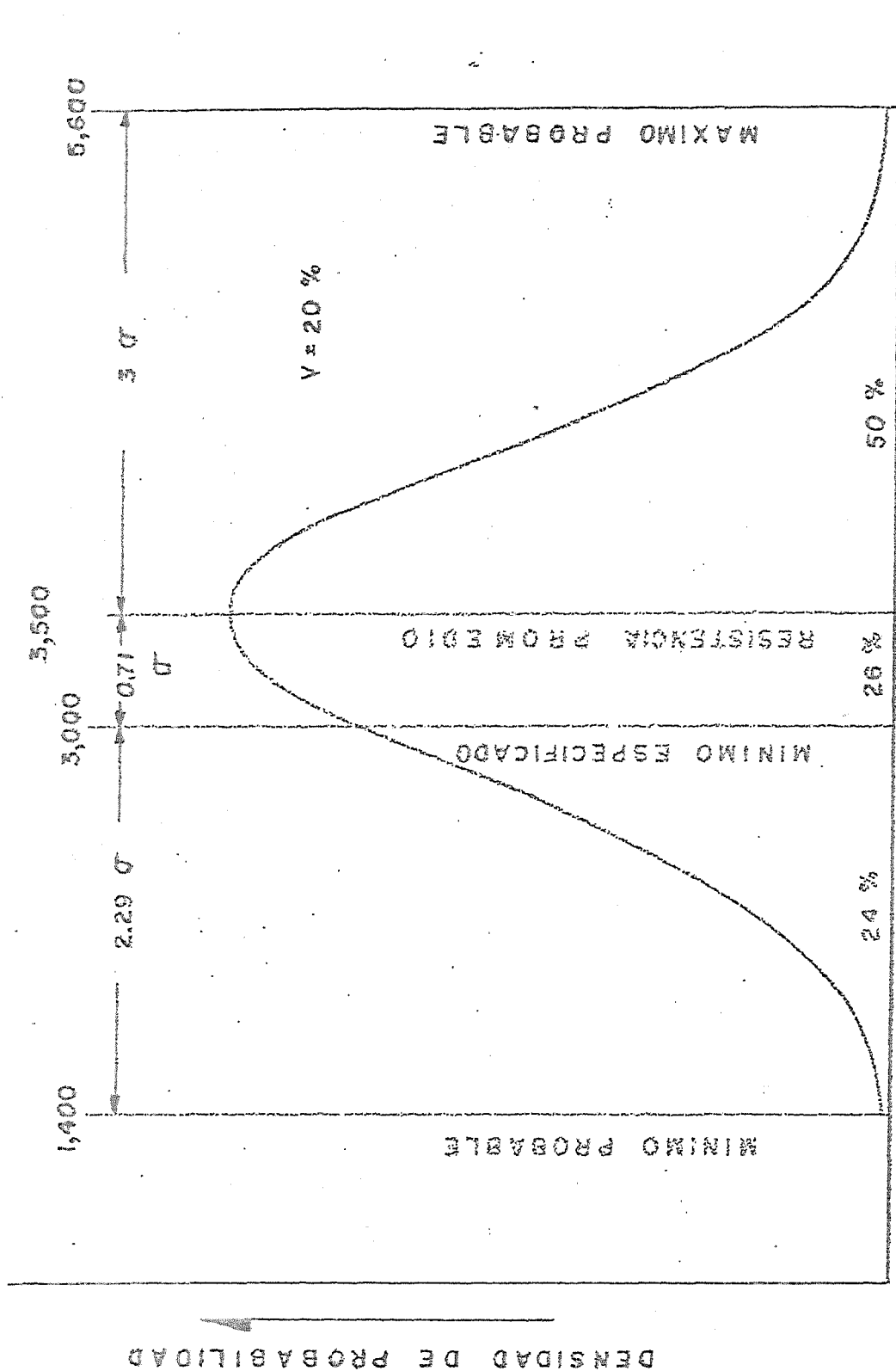
La Fig. 4- muestra las cartas a, b, y c para 46 ensayos. Para que estas cartas sean completamente efectivas deben seguirse durante toda la obra.

Otra manera de registrar las resistencias de cada muestra para hacer el análisis estadístico de resistencias de concreto es como la que se indica en la Fig. 6.

Las Figuras 1, 2 y 5. Son llamadas generalmente " Campanas de Gauss ", como ya se menciono anteriormente según la forma o amplitud de la campana es la calidad del concreto a una cierta resistencia.

Para una mejor comprensión de las " Campanas de Gauss " se da el siguiente ejemplo:

Todos los datos que se obtienen de observaciones repetidas o de pruebas de laboratorio o campo estan sujetos, como ya se menciono, a variaciones.



RESISTENCIA A COMPRESION (psi).

FIG.5.

CAPICA OBTENIDA EN: SARH. MANUAL DE
 CONCRETO. TOMO III.
 MEXICO, D.F., 1970.

ESTADISTICA
DE RESISTENCIAS
DE CONCRETO

OBRA:

PLANTA:

Nº de Ensayo	Resistencia		Intervalo R	Promedio x _j	Prom. de consec	x _i ²	ESPECIFICACIONES DE RESISTENCIA		
	Esp. 1	Esp. 2							
							1) % DE VAL. BAJOS ADMISIBLES		
							2) RESISTENCIAS MINIMAS PROBABLES (p=2%)		
							UN ENSAYO INDIVIDUAL		
							PROM. DE ENS. CONSEC.		
							PROM. DE RESIST. Y COEF. DE VAR.	PARCIAL DEL AL	ACUMULADO DEL AL
							$\sum x_i$		
							$\bar{X} = \sum x_i / n$		
							\bar{X}^2		
							$\sum x_i^2$		
							$\sum x_i^2 / n$		
							$(\sum x_i^2 / n) - \bar{X}^2$		
							$\sigma = \sqrt{(\sum x_i^2 / n) - \bar{X}^2}$		
							$V = (\sigma / \bar{X}) 100$		
							RESISTENCIA REQUERIDA	PARCIAL DEL AL	ACUMULADO DEL AL
							$tV = V$		
							$1 - tV$		
							$f'c' / (1 - tV)$		
							C.V. EN LOS ENSAYOS	PARCIAL DEL AL	ACUMULADO DEL AL
							$\leq R$		
							$\bar{R} = (\leq R) / n$		
							$C_1 = \bar{R} / 1.128$		
							$V_1 = (\sigma / \bar{X}) 100$		
							DATOS DE PROYECTO		
							f'c =	Rev =	T.M. =

SUMAS

Formuló

Calculó

Fecha

196

Clave

Fig. 6.

La tabla 1, que se refiere a resistencia de especímenes de concreto, por ejemplificar de alguna manera una discusión que es en realidad general y podría hacerse en torno a cualquier acumulación numerosa de datos de observaciones de un cierto parámetro, obtenidas haciendo medidas repetidas de él, por cualquier método, muestra la forma típica en que tales variaciones pueden presentarse y disponerse.

La primera medida que se ocurre para tener un valor general, representativo, pero único, de tal conjunto de datos - es un promedio de ellos, obtenido dividiendo la suma total de todos los valores de la resistencia, entre el número de especímenes probados (Promedio Aritmético). Sin embargo, una segunda mirada al problema hará ver que el simple promedio - aritmético no basta, pues no indica nada sobre cuánto difieren los datos del promedio obtenido, ni de la frecuencia con la que se presenta cada dato.

Una representación muy común de la tabla 1, es un histograma, como el que aparece en la fig. 1.

El histograma se construye llevando a escala en el eje de ordenadas el número de datos comprendido en intervalos de variación iguales, los que se señalan en el eje de las abscisas. En la figura, los valores de la resistencia a la compresión se agruparon en intervalos de 20 kg/cm^2 . Así, 23 especímenes tuvieron una resistencia comprendida entre 251 y 270 kg/cm^2 . El promedio aritmético de todos los valores de la tabla 1, es 247 kg/cm^2 .

Tanto la experiencia como la teoría demuestran que si el número de datos que se maneja es suficientemente grande y el intervalo de variación que se escoge es lo suficientemente

pequeño, el histograma se acercará a una curva continua de distribución de datos; casi todas las distribuciones de -- interés en general y concietamente, casi todas las de inte_rés para problemas de control de calidad son del tipo deno_minado distribución normal o de Gauss, que aparece dibuja-da en la misma fig. 1, superpuesta al histograma. En lo - que sigue se supondrá que todas las distribuciones de da--tos que se manejan resultan ser de la forma normal o Gaus-siana.

En la Fig. 2 se muestran dos distribuciones normales, una alta y delgada y la otra más baja y más desparramada.- Si ambas se refieren al mismo número de datos, las areas - bajo ellas serán iguales; es obvio que en la curva alta - los datos están más cerca del promedio, en tanto que en la curva más baja se tiene una mayor dispersión.

Si esas curvas se han obtenido midiendo una cierta mag_nitud por medio de pruebas de laboratorio, utilizando un mé_todo A (Curva Alta) y otro B (Curva Baja), podrá decir-se sin más, que el método A conduce a resultados más consis_tentes que el método B.

Resulta fundamental en las aplicaciones poder valuar - el grado de dispersión de los datos respecto al promedio. - Una idea tosca de esta medida se tendría por la simple dife_rencia entre el dato más alto y el más bajo, pero tal medi-da haría a un lado la idea de distribución, que es fundamen_tal. Se define como desviación estandar de la curva de dis-tribución normal, \sqrt{V} , a la expresión de la ec. 2, anterior--mente descrita; en donde, \bar{X} , representa el valor de un dato cualquiera y, X el promedio de todos los datos; $X - \bar{X}$ será entonces la desviación de un dato respecto a la media. En-

la expresión se considera el cuadrado de las desviaciones para eliminar la influencia del signo, pues unas pueden ser en más y otras en menos. Al dividir la suma de todas las desviaciones entre el número de ellas, se tiene lo que podría considerarse una media de las variaciones.

El valor $\sqrt{V^2}$ recibe el nombre de variación de la distribución.

Se ve que la desviación estándar tiene las mismas unidades que los datos originales.

En el caso de los datos de la tabla 1, la desviación estándar es $\sqrt{V}=32.1 \text{ Kg/cm}^2$.

Una propiedad importante de la curva de distribución normal es que, independientemente de su forma, si se lleva a ambos lados del promedio el valor de la desviación estándar se obtiene un área parcial que representa un porcentaje fijo de los datos de la muestra en observación (68.2%); análogamente, si a ambos lados del promedio se lleva el valor $2 \sqrt{V}$ se obtiene un área parcial que representa al 95% de la población de la muestra en estudio, obteniéndose un valor de 99.1% de los datos de la muestra si se lleva $3 \sqrt{V}$ a ambos lados del promedio. La Fig. 3, ilustra las afirmaciones anteriores.

De nuevo con referencia a la Fig. 2, se ve que cuanto menor sea la desviación estándar se tiene un más bajo nivel de dispersión. Por ejemplo, para una curva como la A, un cierto intervalo $X-\bar{X}$ puede quedar comprendido en la porción central de extensión $\pm 2 \sqrt{V}$, respecto al promedio (\bar{X}); esto quiere decir que un 95% de los valores se desvían del promedio menos que la magnitud $X-\bar{X}$. Ese mismo intervalo puede caer en la curva B dentro de la porción central de extensión únicamente

ventaja de la constancia de su signo, que permite siempre una suma aritmética, en tanto que la desviación estándar puede desarrollarse a un lado u otro del promedio y tiene que ser tratada algebraicamente.

Cuando se comparan distribuciones reales de datos con especificaciones límites para dichos datos, lo cual es una situación muy frecuente en la práctica, pueden presentarse tres casos diferentes Fig. 4.

a).= Se produce una variación pequeña, con la mayoría de los datos dentro de los límites especificados. Esto indica que se está trabajando con especificaciones realistas y que los datos se están obteniendo con procesos bien controlados. Sin embargo, el hecho de que todos los datos queden dentro de los límites pudiera indicar que los sistemas de muestreo que se estén utilizando adolecen de un defecto consistente y no proporcionan todos los tipos de muestras.

b).= Se produce una variación relativamente pequeña con su promedio muy cerca de uno de los límites de la especificación. Esto puede indicar o que la producción de datos es inadecuada, debiendo mejorarse o que la especificación es poco realista, respecto a la práctica razonable.

c).= Se obtiene una variación grande que hace improbable que la mayor parte de los datos caigan dentro de los límites especificados la mayor parte del tiempo. Esta situación indica que debe afinarse el control de la calidad de la producción de datos, para reducir la variación obtenida o que las tolerancias de la especificación no son realistas y deben ampliarse.

Las tres condiciones anteriores deben mantenerse siempre en mente en procesos de control de calidad de materiales o de procesos constructivos.

El esquema mental que de su análisis se obtiene puede utilizarse para formar criterio en dos aspectos fundamentales:

1.= Para establecer la confiabilidad de un material, proceso, método de prueba, etc., dados, con respecto a los requerimientos establecidos por las especificaciones.

2.= Para comparar los requerimientos fijados por las especificaciones con la variabilidad de las operaciones reales-típicas.

Este método de análisis permite visualizar las relaciones apropiadas entre las tolerancias de operación y los límites de las especificaciones y proporcionar a métodos lógicos para vislumbrar áreas que requieran estudio más detallado para determinar si hace falta mejorar el control o los métodos de administración o la necesidad de cambiar las especificaciones en uso.

CAPITULO III.- REQUISITOS DE CALIDAD DEL CONCRETO PREMEZCLADO.NORMA-D.G.N.-030-1977.III.1. " MUESTREO DE AGREGADOS ".

Este método establece el muestreo para los agregados Fino y Grueso, el cual se utiliza en los estudios preliminares para determinar la capacidad de la fuente de abastecimiento; - para el control de producto en su origen, en la planta de procesamiento y en los almacenes; y para la aceptación y rechazo de los agregados.

En este método abarcaremos el muestreo de agregados - para pruebas preliminares de investigación obtenidas en las - fuentes de abastecimiento. Las muestras de materiales para el control de operaciones en el sitio de empleo, son obtenidas - por el productor y contrastadas en otros grupos responsables - de complementar el trabajo. Las muestras empleadas en pruebas para tomar la decisión de aceptación o rechazo deben ser autorizadas por el comprador.

Las muestras para pruebas de calidad deben obtenerse del producto terminado. En estas últimas, cuando van a ser probadas a pérdida por abrasión, no deben sujetarse a trituración previa, a menos que el tamaño del producto terminado sea tal - que requiera reducción para propósitos de prueba.

Para fines de éste método se establecen las siguientes definiciones:

Muestra simple: Es la cantidad de material que se extrae de un solo sondeo, o tomado en una sola vez, de la fuente de abastecimiento (No es recomendable para grandes volúmenes).

Muestra compuesta: Es la cantidad de material que Comprende todas las muestras simples.

Muestra Parcial: Es la cantidad de material, cuyo peso no debe ser menor de mil gramos y que es obtenida de una muestra simple o compuesta.

Fuentes de abastecimiento de agregados.

Estas son los depósitos de ríos, colicos de glaceación, volcánicos, marítimos, lacustres, canteras y almacenes de plantas de procesamiento o fabricación de agregados artificiales.

Procedimiento de Muestreo.

Localización.

De acuerdo con las necesidades del proyecto, deben localizarse las fuentes de abastecimiento de los tipos enumerados que estén cercanos a la obra, así como los caminos o brechas existentes para su acceso.

Estudios Preliminares

Antes de la explotación de un yacimiento de agregados, se deben efectuar estudios preliminares, a fin de determinar la calidad de los materiales existentes y su mejor aprovechamiento.

Muestreo de Campo.

A fin de obtener muestras representativas de un determinado yacimiento, es de mucha importancia efectuar la operación de muestreo de acuerdo con las recomendaciones para los diferentes tipos de yacimiento que a continuación se indican.

Muestreo en tajos a cielo abierto.

Cuando el yacimiento tiene un frente de ataque, la muestra debe tomarse de éste, haciendole canales verticales en el espesor útil del frente, para evitar contaminación. Se debe eliminar todo el material de despalme y aquel que se haya escu^rrido sobre el frente, los canales se deben localizar equisdis^tantes, dependiendo su separación de la magnitud y homogenei^dad del yacimiento.

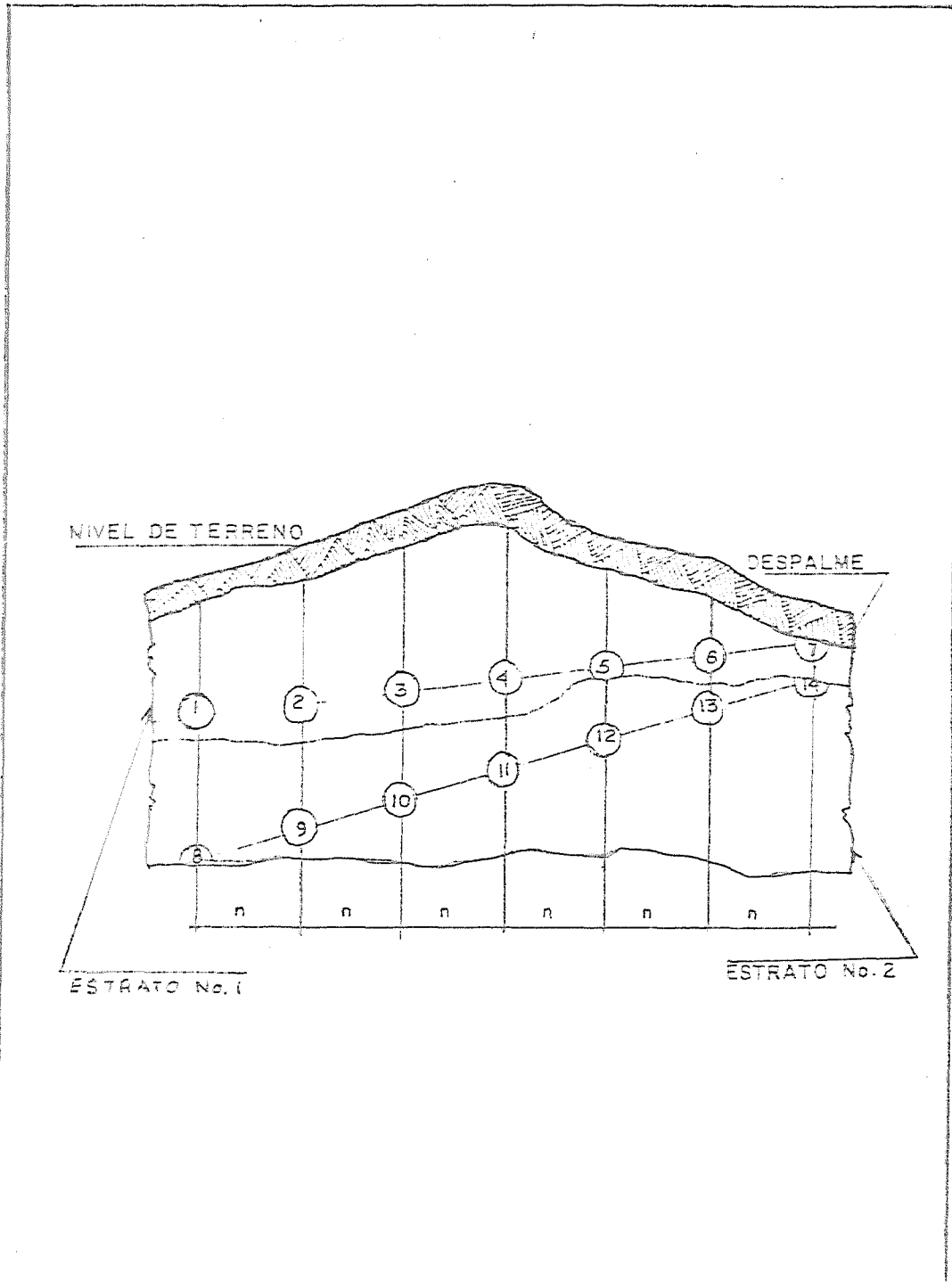
"Las muestras simples del frente se deben tomar en cantidades aproximadamente iguales, desde la parte superior hasta la parte inferior de los estratos que componen el frente en los diferentes canales, mezclandose estas muestras simples para formar una muestra compuesta de cada estrato, repitiendo la operación las veces que sea necesario hasta obtener la muestra, representativa del yacimiento Fig. 1"¹

Muestreo por medio de pozos.

Cuando no se cuenta con un frente de ataque, se debe efectuar el muestreo por medio de pozos, realizando el levantamiento topográfico del yacimiento para localizar los pozos de muestreo; dependiendo el número de ellos de la uniformidad del yacimiento y de su extensión. Es conveniente que el levantamiento topográfico se haga a través de una cuadrícula que sirva para localizar pozos de prueba en sus intersecciones y conocer de éste modo el volumen de agregados que se pueden aprovechar. Para el muestreo por medio de pozos puede emplearse el siguiente método.

Pozos a cielo abierto: Deben tomarse las precauciones necesarias, al efectuar la extracción de la muestra, a fin de que no se contamine, extrayendo el material por capas, para lo cual se-

1) SARH. MANUAL DE CONCRETO. TOMO II.
MEXICO, D.F., 1970.



DGN-C-30		ESCALA: no
FIG. 1	MUESTREO EN TAJO A	ALOTACION: no
FIG. 1	CIELO ABIERTO	DIBUJO:

excavan prismas rectangulares concéntricos, cuya profundidad - puede ser de 40 a 100 cm. dependiendo de las características - de cementación del material, dejando un escalón mínimo de 40cm. en todo el perímetro a medida que se profundiza la excavación, a fin de evitar, hasta donde sea posible, la contaminación de las muestras simples. Se pueden además las paredes del pozo a medida que se profundice la excavación.

En la etapa final, el prisma debe tener en la base por lo menos 60 Cm. Con la profundidad que se considere conveniente Fig. 2. de estas muestras simples se formará la muestra - compuesta. Definida la calidad del material, se deben vaciar los resultados en una hoja para registro de la localización - de cada pozo, indicando el espesor del despalme, la profundidad explotable y las características del material muestreado, a fin de determinar el volúmen potencial del banco y la de -- limitación de las zonas de explotación.

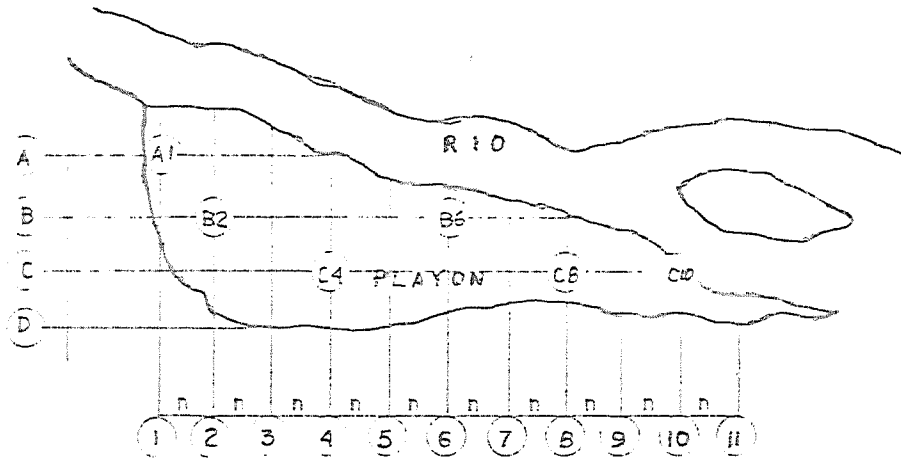
Muestreo por medio de Trincheras.

La explotación por medio de trincheras es aplicable en laderas no escarpadas, las cuales suelen estar cubiertas de - material de despalme. Es necesario remover este material ha-- ciendo una excavación escalonada de arriba hacia abajo; en ca da uno de estos escalones, se hacen zanjas de dimensiones - - apropiadas para la extracción de muestras. Se debe evitar la - contaminación del material Fig. 3.

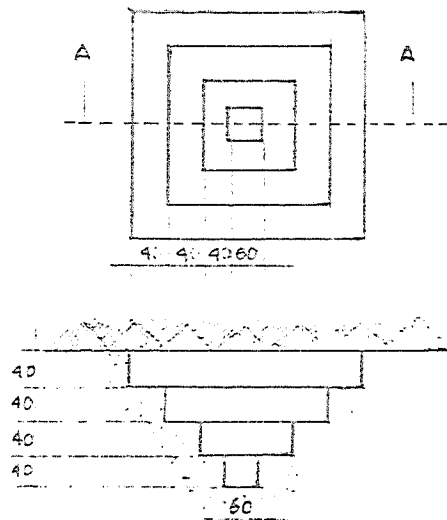
Muestreo de material de pepena.

Cuando la piedra se localiza en la superficie del terre no para colectarla no se requiere emplear equipo o procedimien tos espaciales. Antes de efectuar el muestreo debe hacerse una inspección visual, detallada, del material localizado sobre el


PLANTA DE LOCALIZACION

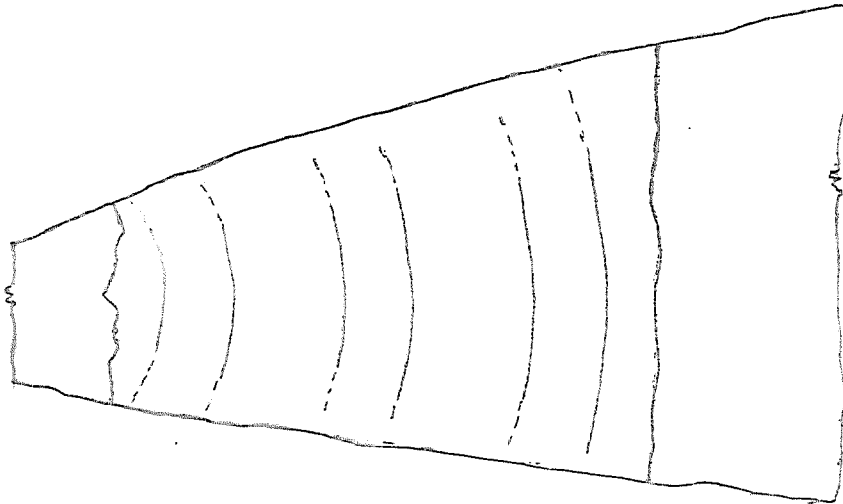
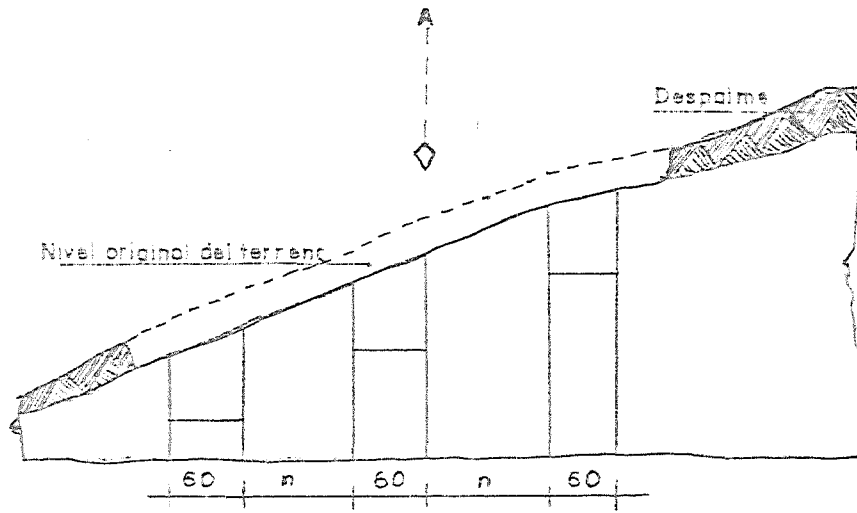


DETALLE DE UN POZO



CORTE A-A

DGN-C-30		ESCALA: 1/50
	<p>MUESTREO EN POZOS A CIELO ABIERTO</p>	ALCOTACION: 1/50
FIG. 2		DIBUJO:



VISTA - A

GA-C-30	MUESTRO POR TRINCHERAS	ESCALA no
		ACOTACION cm
FIG 3		DIBUJO

área que se pretende explotar, teniendo la precaución de ve rificar la calidad de los diferentes tipos de piedra que -- existan en dicha área.

Se tomán muestras separadas y en cantidad suficiente- de todas las clases de piedra, que como resultado de la - - inspección visual, se consideren apropiadas para la produc- ción de agregados; estimando la cantidad y el por ciento -- aproximado de cada una de ellas en el área estudiada.

Muestreo de brechas y aglomerados.

Por lo general estos depósitos están cubiertos por una capa de tierra vegetal, la que debe removerse antes de ini-- ciar el muestreo, el cual podrá efectuarse por medio de pozos a cielo abierto o excavando trincheras, a fin de eliminar el- material intemperizado, haciendo observaciones sobre aspectos de roca, tales como: color, estructura y porcentaje aproxima- do de material útil.

Muestreo en formaciones de roca no explotadas.

" Para hacer un muestreo correcto de estas formaciones, - es conveniente tomar en consideración los siguientes aspectos geológicos del yacimiento."²

- a).= Configuración, rumbo y echado del depósito.
- b).= Estructura de la formación indicando si está frac- turada y si la fractura es abierta o cerrada.
- c).= Uniformidad en el sentido vertical
- d).= Indicar la presencia de estratos, lentes, diques y bolsas de material de contaminación del banco, dan- do las características del mismo.
- e).= Profundidad de la formación estratificada.

2) SARE. MANUAL DE CONCRETO. TOMO II.
MEXICO, D.F., 1970.

f).= Grado de intemperización del yacimiento.

g).= Clasificación petrográfica del material explotable.

Antes de efectuar el muestreo debe eliminarse el material de despilme y la capa de roca intemperizada, tomando un número suficientemente grande de muestras para que sean representativas del banco, incluyendo cualquier variación significativa del mismo.

Dependiendo de las características de la fuente de abastecimiento el muestreo puede efectuarse mediante los procedimientos de pozo a cielo abierto o de trincheras, pudiendo emplearse para la recolección de muestras: Pulsetas, barrenadoras o rompedoras neumáticas y, en casos especiales, brocas con corona de diamante para extraer corazones.

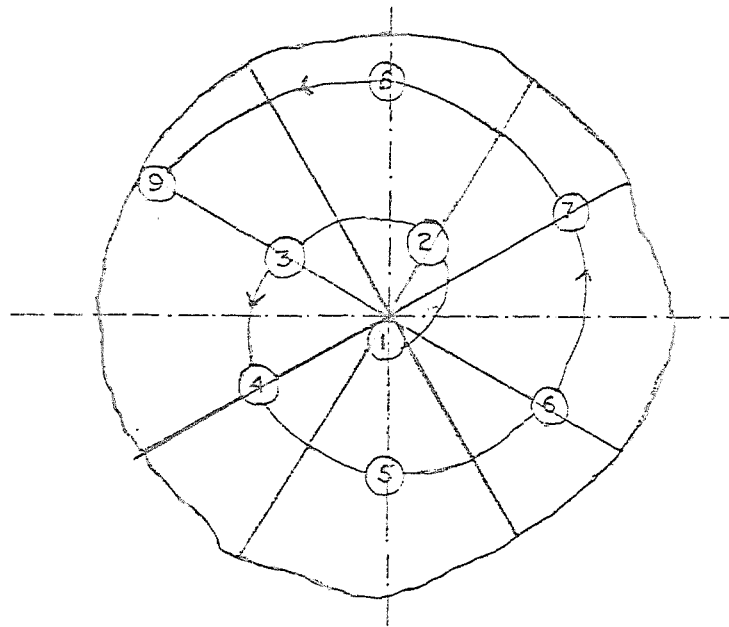
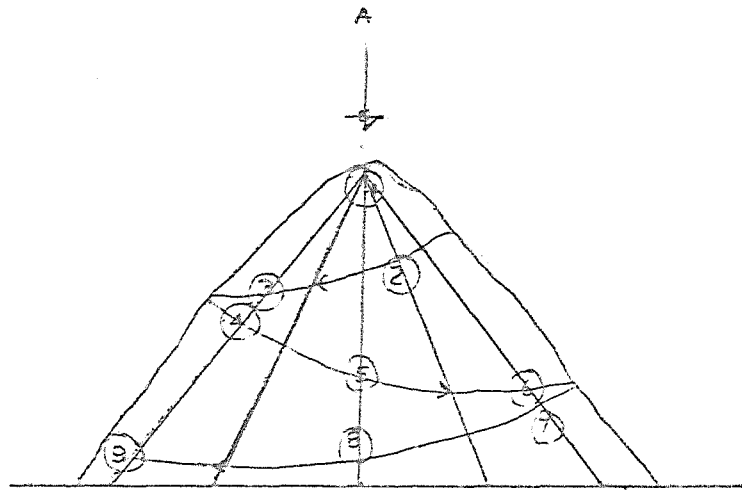
Muestreo de canteras.

Cuando una cantera está en explotación, el muestreo se reduce a tomar muestras representativas del material almacenado, en el caso de que se trate de canteras abandonadas debe removerse la capa intemperizada y procederse a tomar las muestras en el frente del banco, siguiendo un criterio similar al indicado en el método de tajos a cielo abierto.


En este caso se pueden hacer barrenos para volar la roca de las zonas seleccionadas.

Muestreo de material almacenado.

Cuando se tenga material almacenado en la zona de exploración o en la obra, el muestreo se debe hacer tomando porciones aproximadamente iguales de diferente nivel y directriz al del almacén Fig. 4. Las muestras simples obtenidas



VISTA-A

DISEÑO: C. T. T.		ESCALA: no
	MUESTREO DE MATERIAL ALMACENADO	ACOTACION: no
FIG 4		DIBUJO:

se mezclan para formar una muestra compuesta, que sea representativa del material total almacenado. Una vez analizados los materiales, se deben vaciar los datos en una hoja de registro, a fin de facilitar su informe.

Muestreo en la corriente de descarga de tolvas o bandas.

Se utiliza el método aleatorio para seleccionar las unidades que se van a muestrear, considerando tres porciones iguales, tomadas al azar, combinandose para formar una muestra compuesta cuyo peso sea igual o mayor al mínimo recomendado en la siguiente tabla.

MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (mm.)	PASA POR LA MALLA D.G.N. No.	PESO MINIMO DE LA MUES- TRA DE CAM- PO.
Arena	Hasta 5	1.6 M.	100
Grava	Hasta 75	76	150
Grava	Mayor de 75	76	200
Grava Arena	Cualquiera	-0-	300

Se forma cada una de las porciones de la sección - - transversal compuesta del material a medida que se va descargando, depositándolo en un recipiente de tamaño adecuado para contener la muestra de la sección completa de la corriente de la descarga, sin que este se derrame, el cual debe estar provisto de rieles para poder deslizarlo bajo la corriente

te de descarga, para evitar obtener material segregado. Las muestras deben tomarse cuando las tolvas estén casi llenas.

Preparación de las muestras.

Antes de enviarse al laboratorio para la prueba, en algunos casos, se debe preparar la muestra, dependiendo de su origen, del porcentaje de partículas de tamaño mayor al máximo especificado y del uso que se les pretenda dar; estas muestras pueden ser de:

- a).= Arena natural.
- b).= Grava natural.
- c).= Grava Arena.
- d).= Fragmentos de roca.
- e).= Materiales artificiales.

La preparación previa debe hacerse en los casos siguientes:

Cuando la muestra de arena o grava acuse un porcentaje menor del 10% de partículas más grandes o más pequeñas del tamaño máximo especificado, basta reducirlas por cuarteo.

Cuando las muestras contengan más del 10% de material con tamaño superior al máximo especificado y el volumen que se requiera no sea considerable, o bien, que no se pretenda emplear en concretos de alta resistencia, se criba y se reduce por cuarteo el material útil.

Cuando se necesite un volumen considerable, o se requiera elaborar concretos de alta resistencia y la muestra tenga más de 10% de partículas con tamaño mayor al máximo es

pecificado, se debe hacer una trituración parcial de éstos y reducir el total por cuarteos. Cuando no exista el requisito de alta resistencia el límite anterior puede subirse al 15%.

Cuando los componentes de las muestras sean fragmentos de roca mayores de 7.5 cm. procedentes de pepena, formación de roca no explotada o canteras, éstas deben reducirse por cuarteo.

Cuando en la zona de trabajo no exista arena en estado natural o con características físicas apropiadas, el material muestreado, (Grava, Arena, fragmentos de roca u otros) puede molerse parcial o totalmente y reducirse por cuarteos.

Cuarteo. Este debe hacerse cuando el volúmen es considerable, y se requiera una muestra más pequeña que sea representativa para su estudio.

Los pesos mínimos recomendables de las muestras de Arena y Grava, que deben enviarse al laboratorio para su estudio son los indicados en la anterior.

Identificación de la muestra

Al hacer el envasado de las muestras, para su envío al laboratorio, deben identificarse cada una de ellas, colocando una tarjeta bien asegurada dentro y fuera del envase, con los datos que a continuación se enumeran:

- a).= Localización del yacimiento plenamente identificado.
- b).= Número correspondiente de la muestra.
- c).= Cantidad aproximada de material aprovechable -- existente en el yacimiento.

- d).= Uso que se pretende dar al material.
- e).= Nombre de la persona que efectuá el muestreo.
- f).= Cantidad aproximada del material enviado.
- g).= Fecha del muestreo.
- h).= Nombre y dirección del remitente.

Para una mejor comprensión del tema consultar las Normas Oficiales en vigor:

- DGN-C-170 "REDUCCION DE LAS MUESTRAS DE AGREGADOS, OBTENIDAS EN EL CAMPO, AL TAMAÑO REQUERIDO PARA LAS PRUEBAS".
- DGN-C-77 "METODO DE PRUEBA PARA ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS".
- DGN-C-73 "DETERMINACION DEL PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS".

ESTAS NORMAS SE DAN EN LOS SIGUIENTES SUBCAPITULOS.

III.2." Reducción de las Muestras de Agregados, Obtenidas en el Campo, al tamaño requerido para las Pruebas ".

NORMA-D.G.N.-C-170-1977.

La finalidad de la reducción de muestras es la de establecer dos métodos de reducción, y que sigan siendo representativas como la muestra de campo.

Estos métodos son aplicables a muestras más o menos homogéneas; en caso contrario o de duda, la muestra completa de campo debe ser estudiada.

Los dos métodos de Reducción de Muestras son el "A" y "B".

Método "A".- Cuarteo Mecánico.

Equipo (Cuarteador de Muestras)

El cuarteador de muestras debe contar con un número igual de conductos a cada lado, todos del mismo ancho, y que descarguen alternadamente a ambos lados del cuarteador; el número de conductos no debe ser menor de ocho para agregado grueso y no menor de 12 para agregado fino. El ancho mínimo para los conductos individuales debe ser mayor en aproximadamente un 50 por ciento del tamaño máximo de las partículas de la muestra que se pretende cuartear.

Por lo general se pueden adquirir cuarteadores mecánicos en tamaños apropiados para agregados gruesos con tamaño máximo de partículas de 38mm. Para agregados finos, un cuarteador con conductos de 13 mm. de ancho es satisfactorio cuando toda la muestra pase por la malla número 9 (9.51 mm.).

El cuarteador debe estar equipado con dos receptáculos para recibir las dos mitades de la muestra al cuartearse

También debe contar con una tolva o una charola de lados rectos, con un ancho igual o ligeramente menor al ancho total del conjunto de conductos, por medio de la cual se alimenta la muestra a dichos conductos, a velocidad controlada.

El cuarteador y el equipo complementario deben ser diseñados en tal forma, que permitan un flujo eficiente de la muestra sin restricciones ni pérdida de material Fig. 1.

Procedimiento.

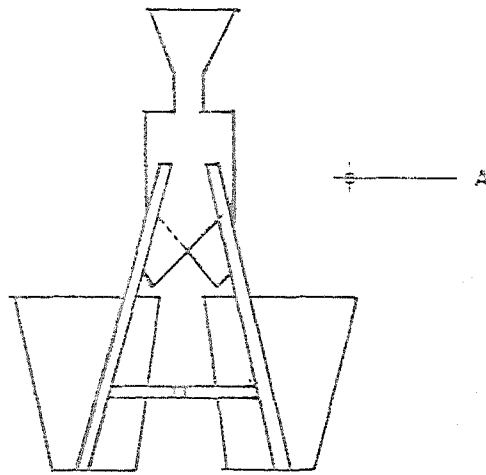
Se coloca la muestra de campo en la tolva o en la charola alimentadora, distribuyéndola uniformemente en toda su longitud, para que, al verter sobre los conductos, cantidades aproximadamente iguales de material fluyan por cada uno de ellos. La velocidad a la que se alimenta la muestra debe ser tal, que permita un flujo continuo por los conductos, hacia los receptáculos interiores. Se vuelve a introducir la porción de muestra de uno de los receptáculos al cuarteador cuantas veces sea necesario, hasta reducir la muestra al tamaño requerido para la prueba programada. La porción de muestra que se recolectó en el otro receptáculo puede ser conservada para reducción de tamaño para otras pruebas.

Método "B"- Cuarteo Manual.

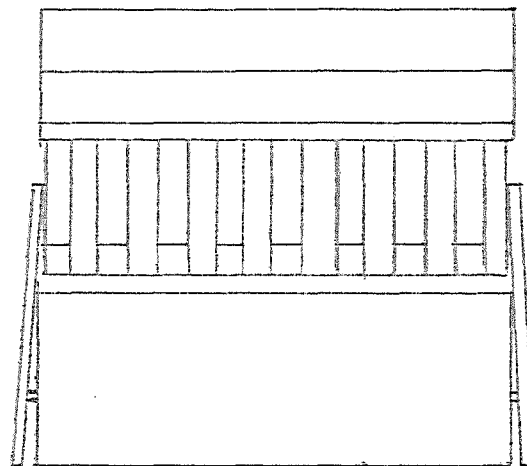
El equipo consiste de un cucharón de punta recta, una pala o cuchara de albañil, una escoba o cepillo, y una lona de aproximadamente 2.0 X 2.5 m.


Existen dos procedimientos.

1o. Se coloca la muestra de campo sobre una superficie plana, dura y limpia, donde no pueda haber pérdida de mate--



VISTA - A

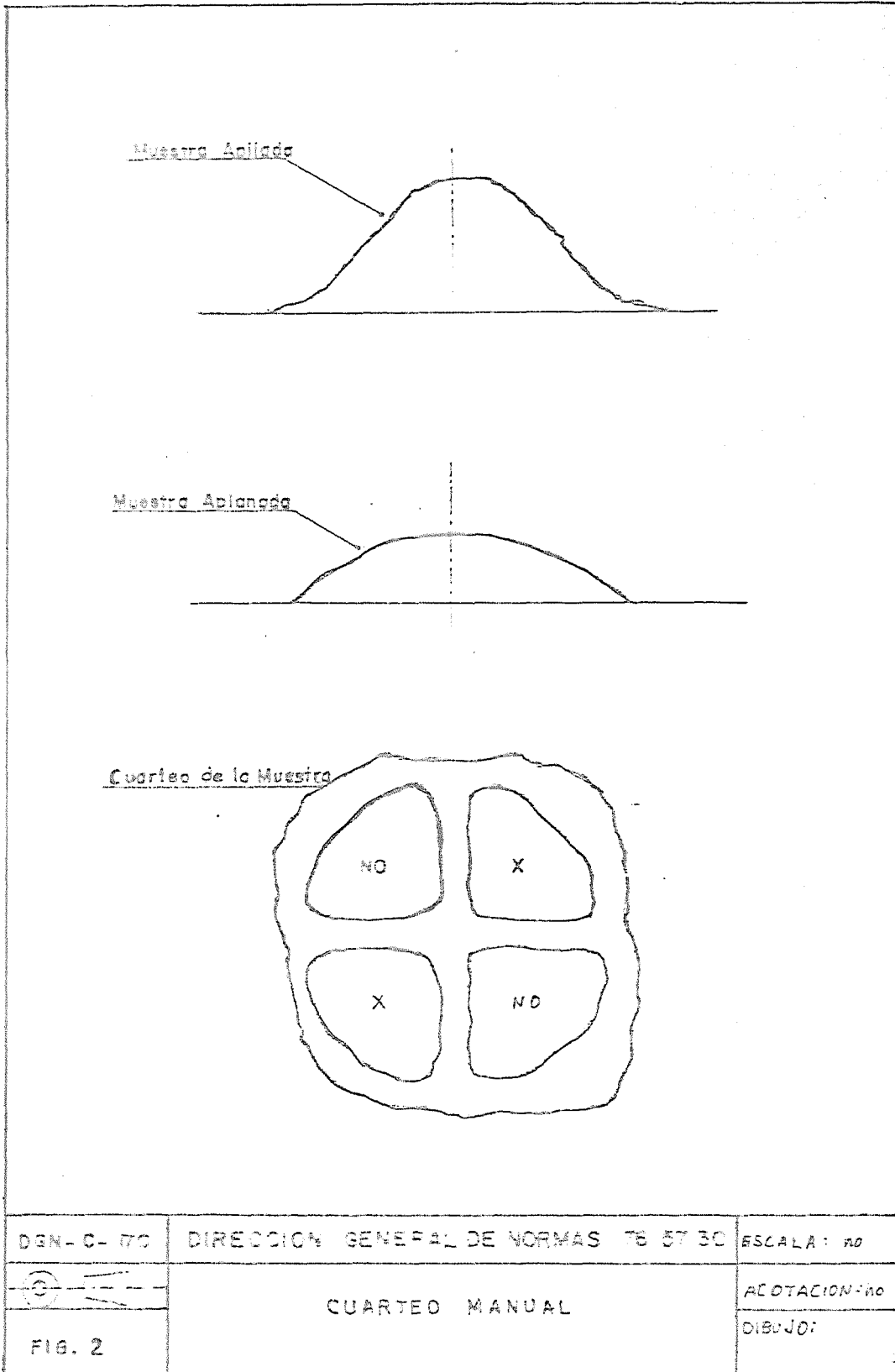


DGN- C-70	DIRECCION GENERAL DE NORMAS 75 07 30	ESCALA : no
	<p>CUARTEADOR MECANICO</p>	ACOTACION: no
FIG. 1		DIBUJO:

rial ni contaminación con materias extrañas. Se mezcla el material completamente traspaleando toda la muestra en -- una pila cónica, depositando cada palada sobre la anterior. Por medio de la pala, con la cual se ejerce presión sobre el vértice, se aplana con cuidado la pila hasta que se -- obtenga un espesor y un diámetro uniformes, cuidando que -- cada sector que abarque una cuarta parte de la pila resultante no se mezcle con los otros.

El diámetro debe ser aproximadamente de cuatro a -- ocho veces el espesor. Se divide la pila aplanada en cua-- tro partes iguales con una pala o con una cuchara de albañil y se eliminan dos de las partes diagonalmente opuestas, incluyendo todo el material fino, cepillando los espacios vacíos para limpiarlos. Se mezcla y cuartea sucesivamente el material restante hasta reducir la muestra al tamaño re querido Fig. 2 para las pruebas.

2o.- Como alternativa al procedimiento descrito en el anterior, cuando la superficie del piso es dispareja, -- la muestra de campo puede ser colocada sobre una lona y -- mezclada con una pala como se describió en el mismo inciso, o levantando cada esquina de la lona alternadamente y jalándola sobre la muestra hacia la esquina diagonalmente -- opuesta, obligando al material a ser volteado. Se aplana a la pila como se describió en el 1er método. Luego se divide la muestra como se indicó anteriormente, o bien, si la superficie bajo la lona es dispareja, puede introducirse -- una varilla o un tubo entre la lona y el piso, al centro -- de la pila, alzándolo de ambos extremos para dividir la -- muestra en dos partes iguales. Se extrae el tubo dejando -- un doblez de la lona entre las porciones divididas. Se --



vuelve a introducir, el tubo bajo la lona, a 90 grados con relación a la primera división, y se vuelve a alzar por -- ambos extremos para dividir la muestra en cuatro partes - iguales. Se eliminan dos cuartas partes diagonalmente - - opuestas, teniendo cuidado de recoger todos los finos que quedaron en esas porciones de lona. Se mezcla y cuarteo - sucesivamente el material restante hasta reducir la mues-- tra al tamaño para las pruebas.

Selección del Método.

Agregado Fino

Las muestras de campo de agregado fino que se encuenen tren más secas que la condición de saturada y superficial-- mente seca, se deben reducir en tamaño con un cuarteador meca nico como se describe en el Método "A". Las muestras de - campo que presenten humedad libre sobre la superficie de - las partículas, pueden ser reducidas en tamaño por cuarteo, como se describe en el Método "B", o bien, la muestra de -- campo completa puede ser secada a por lo menos la condición de superficialmente seca, usando temperaturas que no exce-- dan de aquellas que se permitan en cualesquiera de las prueas bas que se pretenden efectuar, y luego se reduce al tamaño- de muestra para prueba empleando el Método "A"

Si la muestra de campo húmeda es muy grande, se puede efectuar un cuarteo preliminar con un cuarteador mecáni- co que tenga aberturas de conductos de 39mm. o más para re- ducir la muestra a no menos de 5kg. La porción así obtenida se seca enseguida y se completa la reducción, hasta el tamaño de muestra de prueba, empleando el Método "A".

NOTA: El Método para determinar la condición de saturado y superficialmente seco se describe en el Método de peso específico y absorción en agregados en el sub-capítulo III.6.- Como criterio aproximado, si el agregado fino puede mantener su forma cuando se moldea en la mano, puede considerarse que se encuentra más húmeda que saturado y superficialmente seco.

Agregado grueso.

Se debe usar de preferencia un cuarteador mecánico como el descrito en el método "A", si no es posible, la muestra de campo debe reducirse por cuarteos, como se describe en el Método "B".

III.3.- " Cabeceo de Especímenes Cilíndricos de Concreto ".

NOEHA-D.G.N.-C-109-1977.

Aquí se establece los procedimientos para cabecear cilindros de concreto recién elaborado, con cemento puro, cilindros y corazones de concreto endurecido con mortero de azufre de alta resistencia.

Definiciones.

Cabeceo: Es la preparación de las bases de los especímenes de concreto, para su prueba, con los materiales mencionados anteriormente.

Sangrado: Es el agua libre del concreto fresco que fluye a la superficie.

Colar: Es la acción de vaciar, en un molde, un material, con cierto grado de fluidez para que posteriormente endurezca.

Aparatos y Equipo

Dispositivos.

Placas Cabeceadoras. Cuando el cabeceo se hace empleando cemento puro, se debe usar una placa de vidrio, una placa metálica maquinada y pulida de por lo menos 10 mm. de espesor, o placas de granito o diabasa pulidas, de por lo menos 75 mm. de espesor.

Para el cabeceo con mortero de azufre se emplean platos metálicos, cuyo diámetro debe ser por lo menos 2.5 mm. mayor que el del espécimen por cabecear y su superficie de asiento no debe apartarse de un plano en más de 0.05 mm. en 150 mm.

La superficie de los platos debe estar libre de estrías ranuras o depresiones mayores de 0.25 mm. de profundidad en 32 mm^2 de su área.

El espesor mínimo de la placa debe ser de por lo menos 13 mm. En ningún caso la depresión debe reducir el espesor mínimo mencionado.

En dispositivos para cabeceo vertical, se puede emplear un plato formado de 2 piezas metálicas que faciliten el reafrizado de la superficie de cabeceo, lo cual puede ser necesario. En tal dispositivo la sección inferior es una placa sólida y la sección superior es un anillo circular maquinado, que forma el borde del plato; estas piezas se fijan con tornillos.

Es conveniente que la superficie superior de la placa - tenga una dureza Rockwell C. 4 B.

Dispositivos de Alimento.

Deben emplearse dispositivos de alimento, tales como barras guía o niveles de "ojo de buey", en unión con las placas de cabeceo, para asegurar que ni una sola capa se aparte de la perpendicular el eje del espécimen cilíndrico en más de 0.5 grados (Equivale aproximadamente a 3mm. en 300 mm.).

"El mismo requisito es aplicable a la relación entre el eje del dispositivo de alineamiento y la superficie de la placa de cabeceo cuando se empleen las barras guía. Más aún, la localización de cada barra respecto a su placa debe ser tal, que ninguna capa esté fuera del centro de un espécimen por más de 2 mm."³

Las Jarras, empleadas para fundir el mortero de azufre, deben estar equipadas con dispositivos que controlen automáti-

3) SARE. MANUAL DE CONCRETO. TOMO II.
MEXICO, D.F., 1970.

camente la temperatura, y deben ser fabricadas o forradas de algún material que no sea reactivo con el azufre fundido.

Las jarras para fundir el azufre, mediante calentamiento perimetral, deben dar seguridad contra accidentes durante el recalentamiento de las mezclas de azufre enfriado, las cuales tendrán material adherido en la superficie. Cuando se utilicen jarras que no estén equipadas, la expansión por presión de bajo del material endurecido y adherido superficialmente puede ser evitada en los calentamientos subsecuentes, con el empleo de una varilla de metal que esté en contacto con el fondo de la jarra y que se prolongue hacia arriba de la superficie de la mezcla del azufre fundido a medida que ésta se enfríe.

La varilla debe ser de tamaño adecuado, para conducir suficiente calor a la parte de arriba, a fin de derretir por calentamiento el anillo alrededor de la varilla y así evitar el desarrollo de presión.

Las jarras para fundir azufre deben ser empleadas bajo una campana para expulsar los gases al exterior. Es peligroso calentarlas sobre flama abierta porque el punto de ignición del azufre es aproximadamente de 225°C y se puede incendiar la mezcla debido a un sobrecalentamiento.

Si la mezcla empieza a quemarse, se debe cubrir la jarra para extinguir la flama, después de esto la jarra debe ser llenada con material nuevo.

PREPARACION DE LOS ESPECIMENES.

Especímenes recién moldeados

La superficie superior de los especímenes recién mol-
deados, puede ser cubierta con una capa delgada de una pas-
ta dura de cemento portland.

Especímenes endurecidos curados con humedad

Los Especímenes endurecidos que han sido curados con
humedad, deben ser cabeceados con mortero de azufre que reúna
los requisitos siguientes.

Mortero de Azufre.

Los morteros de azufre comerciales o preparados en el-
laboratorio se utilizan si endurecen en 2 hrs. El mortero de-
azufre debe verificarse con la determinación de la resistencia
a la compresión y debe cumplir con los siguientes requisitos:

Resistencia Mínima a la compresión, a la edad de 2 horas
350 Kg/cm².

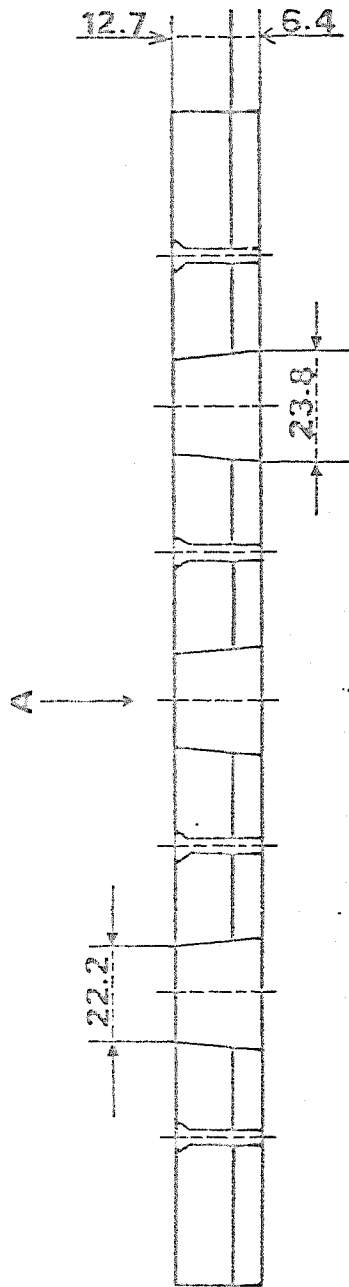
Composición.

Por ciento de Materiales combustibles.....55.0 a 70.0

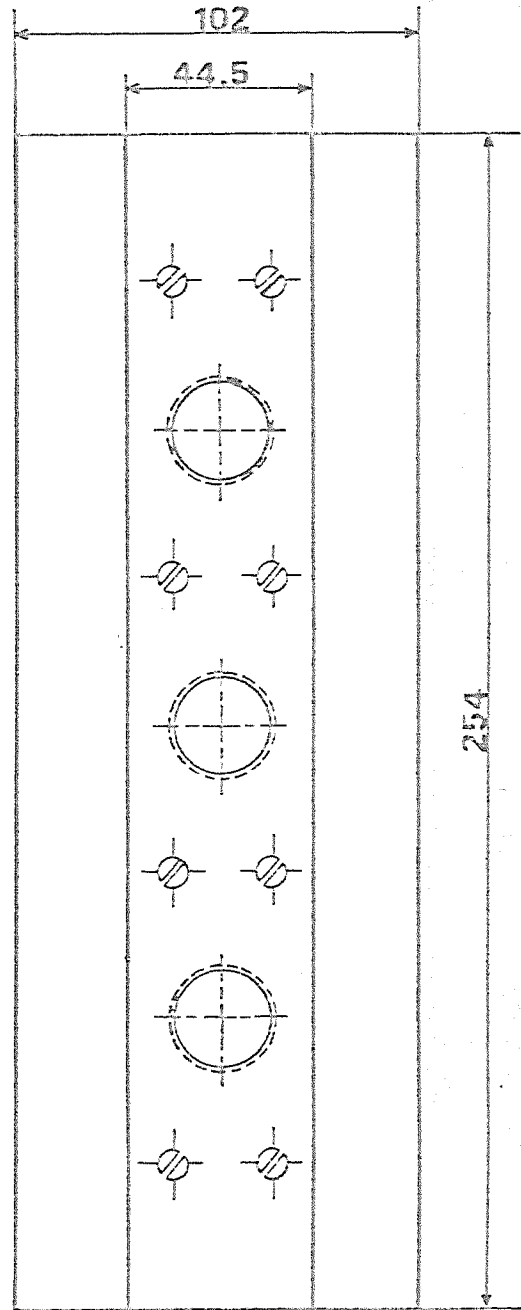
Por ciento de Inertes incombustibles.....30.0 a 45.0

Determinación de la resistencia a la compresión.

Se preparan los especímenes de prueba empleando un mol-
de con 3 compartimientos cúbicos, con una placa como base y -
una cubierta formada por una placa metálica de acuerdo con el
diseño mostrado en la Fig. 1. Se llevan las partes del aparato
a una temperatura de 20° a 30° C. Se cubre la superficie de -
los moldes que está en contacto con el azufre, con una capa -
delgada de aceite mineral y se lleva el aparato cerca de la --
jarra con la mezcla. Se calienta el azufre dentro de la jarra-
a una temperatura entre 130 y 150° C., Se agita continuamente-
y se procede a colar los cubos. Empleando una cuchara y otro -



VISTA - A



DGN - C - 108 - 1977

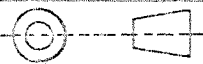


Fig. 1

PLACA METALICA
PARA CUBRIR EL MOLDE

ESCALA: no.

ACOTACION: mm.

DIBUJO:

utensilio apropiado para el colado, rápidamente se llena - cada uno de los tres compartimientos, hasta que el material fundido llegue a la parte alta del agujero de la placa. Se da suficiente tiempo para el máximo de contracción debido - al enfriado y solidificación que se presenta aproximadamente en 15 minutos, se rellena cada agujero con material fundido. Después de que se ha completado la solidificación se retiran los cubos del molde sin romper la colada formada -- por el agujero de relleno en la placa de la cubierta. Se limpia con aceite; se raspan y retiran los sobrantes de las aristas y se verifican los planos de las superficies de con tacto. Después de almacenarlos a la temperatura del laboratorio durante 2 horas, se prueban los cubos a la compresión y se calcula su resistencia en Kg/cm^2 .

Para disminuir la velocidad de enfriamiento del espécimen se puede insertar, entre la placa de la cubierta y el molde, una placa plana de fenol formal debido (baquelita), de 3mm. de espesor, provista de tres agujeros para el llena do.

El relleno ayuda a evitar la formación de grandes huecos o tubos de contracción en el cuerpo del cubo. Sin embargo, tales defectos pueden ocurrir no obstante los cuidados que se lleven a cabo, y por consiguiente, es aconsejable inspeccionar el interior de los cubos de mortero de azu fre, después de la prueba, en lo que se refiere a homogenei dad, siempre que los valores de las resistencias obtenidas sea significativamente más bajas de lo esperado.

Determinación de la composición.

Se muestrea una de las capas de cabeceo de los cilindros de concreto o se elabora un espécimen de mortero de -- azufre, colado, y con un tamaño y espesor similar, el cual se divide en ocho secciones triangulares aproximadamente iguales y se obtiene la muestra de prueba rompiendo con los dedos, dos o cuatro secciones triangulares en pequeños trozos. Se pesan de 20 a 25 g. del material fragmentado en un crisol tipo " Coors ". No. 3 tarado previamente, calentado y enfriado. Se coloca el crisol sobre un arillo para que la base quede aproximadamente 50 mm. arriba del quemador y se ajusta la flama, de tal modo que el azufre se quemee lentamente sin salpicar. Cuando el azufre se ha consumido completamente, se ajusta el quemador para alto calor y se quema el residuo durante 30 minutos. Se enfría el crisol y el residuo, en un desecador y se pesa.

Se continúa calentando, enfriando y pesando el recipiente hasta que se tenga peso constante.

Se calcula el porcentaje de materiales combustibles como sigue:

$$C = \frac{B}{A} \times 100$$

En donde:

C= Porcentaje de materiales combustibles.

B= Diferencia entre el peso original de la muestra y peso del residuo después de la ignición.

A= Peso original de la muestra.

Quando el material inerte está compuesto de minerales carbonatados, la prueba de ignición se hace cuidadosamente a

una temperatura controlada entre 600 y 650°C, para evitar la calcinación del mineral.

Cuando el residuo tenga pequeñas cantidades de plastificante y carbón inerte en polvo, éstos deben incluirse en el informe del porcentaje de materiales combustibles.

Los especímenes endurecidos que sean probados en la condición de secos al aire o que deban ser mojados de 20- a 28 horas antes de la prueba, se cabecean con mortero de azufre.

PROCEDIMIENTO DE CABECEO.

La capa debe ser tan resistente como el concreto. - Las superficies cabeceadas de los especímenes para compresión deben ser planas, dentro de una tolerancia de 0.05 mm., a través de cualquier diámetro. Durante los procedimientos de cabeceo, los planos de las bases cabeceados de cada 10 especímenes deben ser verificadas, por medio de una regla rígida de bordes rectos y calibradores de laminillas para espesores, tomando un mínimo de tres lecturas en diámetros diferentes, para asegurar que las superficies de las capas no se apartan de un plano en más de 0.05 mm.

Cilindros Recién Moldeados.

Para cabecear cilindros recién moldeados se emplea solamente pasta de cemento Portland puro. Se hacen las capas tan delgadas como sea posibles. No se aplica la pasta sobre el extremo expuesto hasta que el concreto ha fraguado en el molde, generalmente entre 2 a 4 horas después de moldeado. Durante el moldeo del cilindro, se golpea el ex

tremo superior al nivel del molde del cilindro o ligeramente abajo.

Se elabora una pasta de cemento de consistencia dura, de 2 a 4 horas antes de que se vaya a emplear, a fin de permitir que la pasta adquiera su contracción inicial. La resistencia de la pasta depende de la consistencia en función de la relación agua/cemento, curado, marca y tipo de cemento. Para pastas de cemento tipo I y tipo II, la consistencia óptima se obtiene generalmente con una relación agua/cemento de 0.32 a 0.35 en peso.

Para cemento tipo III la relación agua/cemento generalmente está entre 0.35 y 0.40 en peso. La pasta se endurece durante un período de 2 a 4 horas y la adición de agua para un remezclado no se recomienda, sin embargo, si se añade agua la cantidad no debe aumentar la relación agua/cemento en más de 0.05 en peso.

Se retira el agua de sangrado y la nata de la parte alta del espécimen, inmediatamente antes del cabeceo. Se forma la capa colocando una placa de cabeceo recién aceiteada sobre la cantidad de pasta cónica, hasta que la placa haga contacto con el borde del molde. Se requiere un ligero movimiento torsional para retirar el exceso de pasta y disminuir al mínimo los huecos de aire dentro de la pasta.

La placa de cabeceo no debe oscilar durante la operación y se debe cubrir cuidadosamente con una capa doble de tela mojada o un material similar, y sobre éste una hoja de polietileno o material similar para evitar el secado. Se retira la placa cabeceadora después de que el endu

recimiento se haya completado, golpeando el borde con un -- martillo de cuero en una dirección paralela al plano de la-- capa.

Las capas de cemento puro, tipo I, requieren general-- mente un mínimo de 6 días para desarrollar una resistencia-- aceptable y las capas con cemento puro, tipo III, requieren por lo menos dos días.

El procedimiento descrito debe ser utilizado para es-- pecímenes que vayan a ser curados por vía húmeda y en forma continua hasta el momento de la prueba, ya que los especíme-- nes del concreto seco absorben agua de la mezcla de la pas-- ta de cemento puro y pueden producir capas de adherencia no satisfactoria. Las capas de pasta de cemento puro, se con-- traen y se agrietan por secado, por lo que deben emplearse-- únicamente para especímenes que sean curados en forma conti-- nua, en ambiente húmedo hasta el momento de la prueba.

ESPECIMENES DE CONCRETO ENDURECIDO

Bases. Las bases de los cilindros de concreto endure-- cido que no se encuentran dentro de la tolerancia de 0.05 - mm. con respecto a su plano, deben ser cabeceadas, con todas o pulidas para estar dentro de esa tolerancia. Las capas de cabeceo deben tener alrededor de 3 mm. de espesor y en nin-- guna parte de la misma debe tener un espesor mayor de 6 mm. Se debe eliminar cualquier depósito de cera, material acei-- toso o exceso de agua o polvo que se encuentren en cualquie-- ra de las dos bases del espécimen o en ambos, lo cual inter

fiere con la adherencia de la capa de cabeceo.

CABECEO CON MORTERO DE AZUFRE

Se prepara el mortero de azufre para su empleo - calentándolo a $140 \pm 10^{\circ}\text{C}$. Se recomienda colocar en las jaras la cantidad de azufre necesario para los especímenes - para cabecear en esa etapa y antes de volverse a llenar se elimina el material sobrante.

La mezcla de azufre nuevo debe estar seca en el momento que es colocada en la jarra, ya que la humedad puede producir espuma. Por la misma razón la mezcla de azufre fundido debe mantenerse alejada de cualquier humedad.

El plato o los dispositivos para el cabeceo deben ser calentados ligeramente antes de ser empleados para disminuir la velocidad de endurecimiento y permitir la elaboración de capas delgadas. Inmediatamente, antes de vaciar cada capa, se aceita ligeramente el plato de cabeceo - y se agita el mortero de azufre. Las bases de los especímenes curados en forma húmeda deben estar suficientemente secas en el momento del cabeceo para evitar que dentro de las capas se formen burbujas de vapor o bolsas de espuma - de diámetro mayor de 6 mm.

Para asegurarse que la capa se ha adherido a la superficie del espécimen, la base del espécimen no debe ser aceitada antes de la aplicación de la capa.

El emplear varias veces el mismo material debe ser restringida a un máximo de 12 veces para disminuir al-

mínimo la pérdida de la resistencia y de la fluidez, ocasionada por la contaminación del mortero con aceite o con desperdicio de distintas clases y pérdida de azufre a través de la volatilización.

Los especímenes curados por vía húmeda deben ser mantenidos en condiciones húmedas durante el tiempo transcurrido entre el terminado del cabeceo y el momento de la prueba, regresándolos al almacenamiento húmedo o protegiéndolos con una manta o material similar húmedos para evitar la evaporación.

III.-4.- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO.

NORMA OFICIAL MEXICANA - C - 83.

En este subcapitulo se establece el método para la determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

Este método se complementa con los métodos de: +

- a).- " Cabeceo de especímenes cilíndricos de Concreto"
- b).- " Elaboración y curado, en el laboratorio, de especímenes de Concreto "
- c).- " Elaboración y curado, en obra, de especímenes de Concreto".
- d).- " Métodos para la verificación de máquinas de - prueba "

La máquina de prueba puede ser de cualquier tipo, con capacidad suficiente y que pueda funcionar a la velocidad de aplicación de la carga especificada en donde se debe aplicar la carga con una velocidad uniforme y continua, sin impactos. En las máquinas de prueba de tornillo, la cabeza móvil se debe desplazar a una velocidad aproximada de 1.3 mm/minuto. Cuando se accione libremente sin el espécimen de prueba. En máquinas hidráulicas la velocidad de aplicación de la carga debe - ser constante dentro del intervalo de 1.4 a 3.5 kg/cm²/Seg. - Se puede permitir una velocidad mayor durante la aplicación de la primera mitad de la carga máxima esperada.

No se deben hacer ajustes en los controles de la máquina de prueba durante la segunda mitad de la prueba.

+ NORMA OFICIAL MEXICANA: C-109, C-159, C-160, R-32. RESPECTIVAMENTE.

La máquina debe funcionar de acuerdo a lo estipulado - en " Métodos para la verificación de máquinas de prueba "

Si la máquina de prueba tiene solamente una velocidad de carga que cumpla con lo indicado anteriormente, debe estar - provista de algún dispositivo complementario que pueda ser operado mecánica o manualmente para ajustar la carga a una velocidad adecuada.

El espacio para los especímenes de prueba debe ser lo suficientemente grande para darles cabida, en una posición cómoda, a estos y al mecanismo elástico de calibración de suficiente capacidad para cubrir el intervalo de carga de la máquina de prueba

La máquina de prueba debe estar equipada con dos bloques de acero, con una cara endurecida, para la aplicación de - la carga, con una dureza Rockwell no menor de C 55. Uno de los bloques debe tener asiento esférico y apoyarse en la parte superior del espécimen y la otra placa debe ser un bloque rígido de cuando menos 50 mm. de espesor en donde descansa el espécimen, - Con excepción de los círculos concéntricos descritos más adelante, las superficies de apoyo no deben diferir de un plano en - más de 0.025 mm, en una longitud de 150 mm. y para placas menores de 150 mm., la tolerancia en planicidad es de 0.025 mm; - las placas nuevas deben tener la mitad de estas tolerancias.

Cuando el diámetro de la superficie de apoyo, de cualquier placa, excede al diámetro del espécimen en 13 mm. o más, - para facilitar el centrado adecuado se deben gravar círculos -- concéntricos, pero que no tengan más de 0.8 mm. de profundidad ni más de 1.2 mm. de ancho.

El apoyo inferior puede ser la platina, si ésta es fácilmente desmontable y susceptible de maquinarse, o en su defecu

to, un bloque adicional que puede o no estar fijo a la platina.

En caso de existir el bloque éste debe cumplir con los siguientes requisitos:

Se debe poder maquinar cuando se requiera, para conservar las condiciones especificadas de sus superficies, las cuales deben ser paralelas entre si; su dimensión horizontal menor debe ser por lo menos 3 por ciento mayor que el diámetro del espécimen que se va a probar y los círculos concéntricos que se describieron anteriormente, Son opcionales en la cara para apoyo del espécimen.

Cuando el bloque inferior de apoyo se use para centrar el espécimen, el centro de los anillos concéntricos, cuando se tengan, o el centro del bloque, debe coincidir con el centro de la cabeza esférica y se debe tener la precaución de que la platina de la máquina esté fija.

El bloque de apoyo inferior debe tener por lo menos 25mm de espesor, cuando sea nuevo, y por lo menos 22.5 mm. de espesor desde cualquier rectificación de sus superficies.

El bloque de carga con asiento esférico debe cumplir con los siguientes requisitos:

Su diámetro máximo no debe exceder de los valores dados en la tabla siguiente:

Diámetro de los Especímenes de prueba (mm)	Diámetro máximo Del bloque (mm)
50	100
75	125
100	165
150	250
200	280

Los bloques de apoyo con asiento esférico pueden tener caras cuadradas, siempre y cuando el diámetro del mayor círculo inscrito no exceda de los diámetros señalados en la tabla anterior.

El centro de la esfera debe coincidir con el centro de superficie de la cara de apoyo con una tolerancia de ± 5 por ciento del radio de la esfera. El diámetro de la esfera debe ser por lo menos 75 por ciento del diámetro del espécimen que se va a probar.

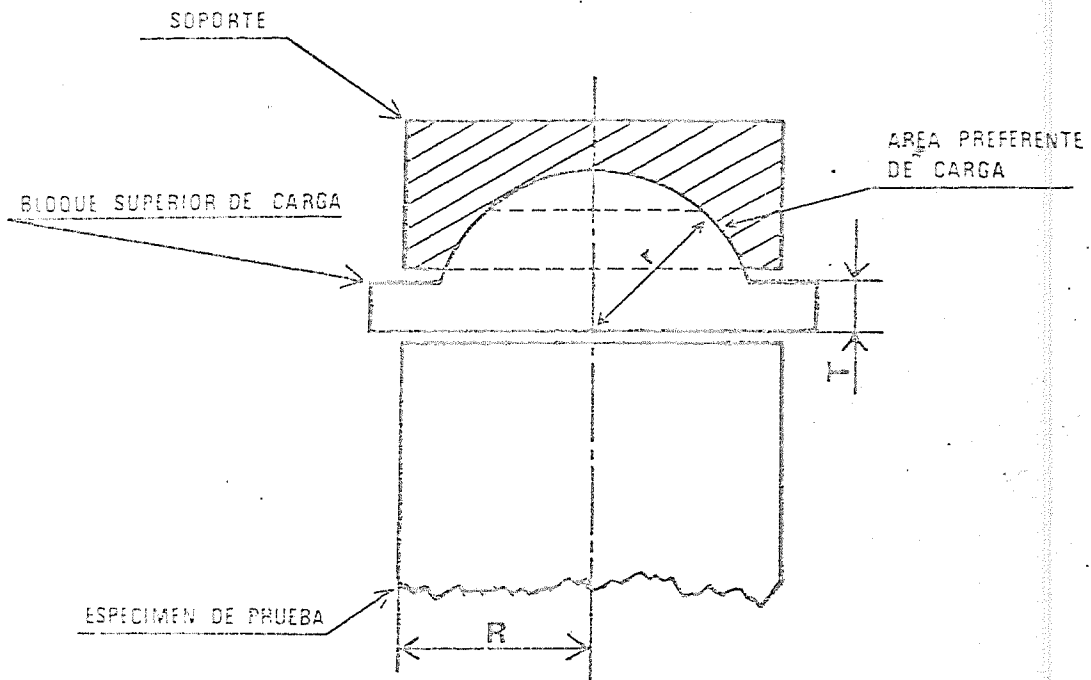
De preferencia el área de contacto debe ser en forma de anillo, como se muestra en la figura 1.

La esfera y el soporte deben ser de tal forma, que el acero en las áreas de contacto no se deforme permanentemente, cuando tenga usos repetidos con cargas superiores a 552 kg/cm^2 sobre el espécimen de prueba.

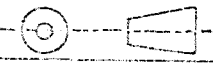
La superficie curva del soporte y la porción esférica se deben conservar limpias y lubricar con aceite mineral delgado y no con grasas lubricantes. Después que esté en contacto el espécimen y se aplique una carga inicial pequeña, no es deseable tener una desviación del soporte esférico.

Si el radio de la esfera es más pequeño que el radio del espécimen de mayor tamaño que se va a probar, la porción de la cara de apoyo del bloque de carga que se extiende más allá de la esfera debe tener un espesor no menor que la diferencia entre el radio de la esfera y el radio del espécimen, la mínima dimensión de la cara de apoyo del bloque de carga debe ser por lo menos tan grande como el diámetro de la esfera (Véase la figura 1).

La porción móvil del bloque de carga debe ser sostenida-



T no debe ser menor que $R-r$
 Se deben tener los dispositivos necesarios
 para sostener el bloque superior en el soporte.

NOM-C-83.	BLOQUE DE CARGA CON ASIEN TO ESFERICO	ESCALA: no
		ACOTACION: no
fig.1		DIBUJO:

cerca del asiento esférico, pero el diseño debe ser tal, que la cara de apoyo pueda girar libremente e inclinarse por lo menos 4° en cualquier dirección.

Si la carga de una máquina de compresión empleada para pruebas de concreto se registra en una carátula, ésta debe estar provista de una escala graduada que se pueda leer por lo menos con una aproximación de 100 Kg; la carátula debe ser legible dentro del uno por ciento de la carga indicada en cualquier nivel dentro del rango de aplicación. Debe estar provista de una línea de graduación que comience en cero y numerada en forma progresiva; la aguja indicadora debe tener la longitud suficiente para coincidir con las marcas de graduación, el ancho de su extremo no debe ser mayor que el claro libre en dos graduaciones menores. Cada carátula debe estar equipada con un mecanismo para ajustar en cero y que se pueda operar fácilmente desde afuera de la caja de la carátula y con una aguja de arrastre.

Al hacer una lectura se considera que la máxima aproximación que se puede alcanzar, es la que incluye un arco de 0.8 mm., descrito por el extremo de la aguja.

Las pruebas a la compresión de los especímenes curados en húmedo deben ser hechas tan pronto como sea posible después de retirar los del cuarto de curado. Ninguno de los dos extremos, de los especímenes de prueba a compresión, se debe apartar de la perpendicular al eje en más de 0.5° (Aproximadamente equivale a 3 mm. en 300 mm.)

Las bases de los especímenes de prueba a compresión que no estén en un plano dentro de 0.25 mm. deben ser cabeceadas. Los especímenes de prueba se deben conservar húmedos por cualquier medio que sea conveniente durante el período transcurrido

M-00 28671

entre el retiro del almacenamiento húmedo y la prueba. Deben ser probados en condición húmeda. El diámetro del espécimen de prueba debe ser determinado con una aproximación de 0.25 mm., promediando las medidas de 2 diámetros perpendiculares entre sí, a una altura media del espécimen. Este diámetro promedio se usa para calcular el área de la sección transversal. Cuando el largo del espécimen es menor que 1.8 D ó mayor de 2.2 D, la longitud debe ser determinada con una aproximación de 0.05 D, en donde D es el diámetro. Para el cabeceo de los especímenes de compresión debe seguirse el método del "Cabeceo de Especímenes Cilíndricos de Concreto".

Colocación del espécimen.

Se coloca el bloque inferior de carga, con su cara endu^{re}cida hacia arriba, sobre la placa o mesa de la máquina de prueba, directamente de bajo del bloque de apoyo con asiento esférico. Se deben limpiar las superficies de los bloques superiores e inferiores y las del espécimen de prueba; se coloca el espécimen sobre el bloque inferior alineando su eje cuidadosamente con el centro del bloque de carga con asiento esférico; mientras el bloque superior se baja hacia el espécimen, se gira lentamente su parte móvil a mano, para obtener un contacto uniforme.

La velocidad de aplicación de la carga es la mencionada al principio de éste sub-capítulo.

La carga se aplica hasta que el espécimen falte y se registra la carga máxima soportada durante la prueba. Se debe describir el tipo de falla y la apariencia del concreto.

Posteriormente se calcula la resistencia a la compresión del espécimen, dividiendo la carga máxima soportada durante la prueba entre el área promedio de la sección transversal, determinada como se describió anteriormente. Se expresa el resultado de la prueba con una aproximación de 1Kg/Cm².

El informe de los resultados debe incluir los siguientes datos:

- a).= Número de identificación del espécimen.
- b).= Edad del espécimen.
- c).= Diámetro, en Cm.
- d).= Longitud, en Cm.
- e).= Area de la sección transversal, en Cm².
- f).= Peso del espécimen en Kg.
- g).= Carga máxima, en Kg.
- h).= Resistencia a la compresión, calculada con aproximación de 1Kg/Cm².
- i).= Descripción de la falla.
- J).= Defectos observados en el espécimen o en sus Cabezas.

III.5).-"DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA TENSION -
POR COMPRESION DIAMETRAL DE CILINDROS DE CONCRE
TO." NORMA-C-163-1978.

Este Método se auxilia de los siguientes métodos:

- a).= Elaboración y Curado, en el Laboratorio, de Especímenes de Concreto. NOM-C-159.
- b).= Determinación de la Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto. NOM-C-163.
- c).= Elaboración y Curado, en Obra, de Especímenes de Concreto. NOM-C-160.
- d).= Obtención y Prueba de Corazones y Vigas Extraídas de Concreto Endurecido. NOM-C-169.

La máquina de prueba puede ser de cualquier tipo, con tal de que tenga la suficiente capacidad para proporcionar la velocidad de carga, que se especifica.

— Barra o placa de carga suplementaria.

Se puede usar ésta si el diámetro o la dimensión mayor de los bloques de carga, superior o inferior es menor que la longitud del cilindro por probarse. Las barras o placas deben ser de acero con caras planas, maquinadas con una tolerancia de 0.025mm, Cuando se miden sobre cualquier línea de contacto en la superficie de carga. Deben tener un ancho de por los menos igual al espesor mínimo de la placa de carga. La barra o placa debe usarse en tal forma, que transmita en toda su longitud de carga aplicada.

— Tiras de Carga.

Para cada prueba se debe contar con dos tiras de madera de triplay, libre de imperfecciones con un espesor de 3mm. Y un ancho de 25 mm. Aproximadamente y una longitud igual o ligeramente mayor que el espécimen. Las tiras de carga se colocan entre el espécimen y ambas platinas de carga, superior e inferior de la máquina de prueba o entre el espécimen y las placas suplementarias cuando se utilicen.

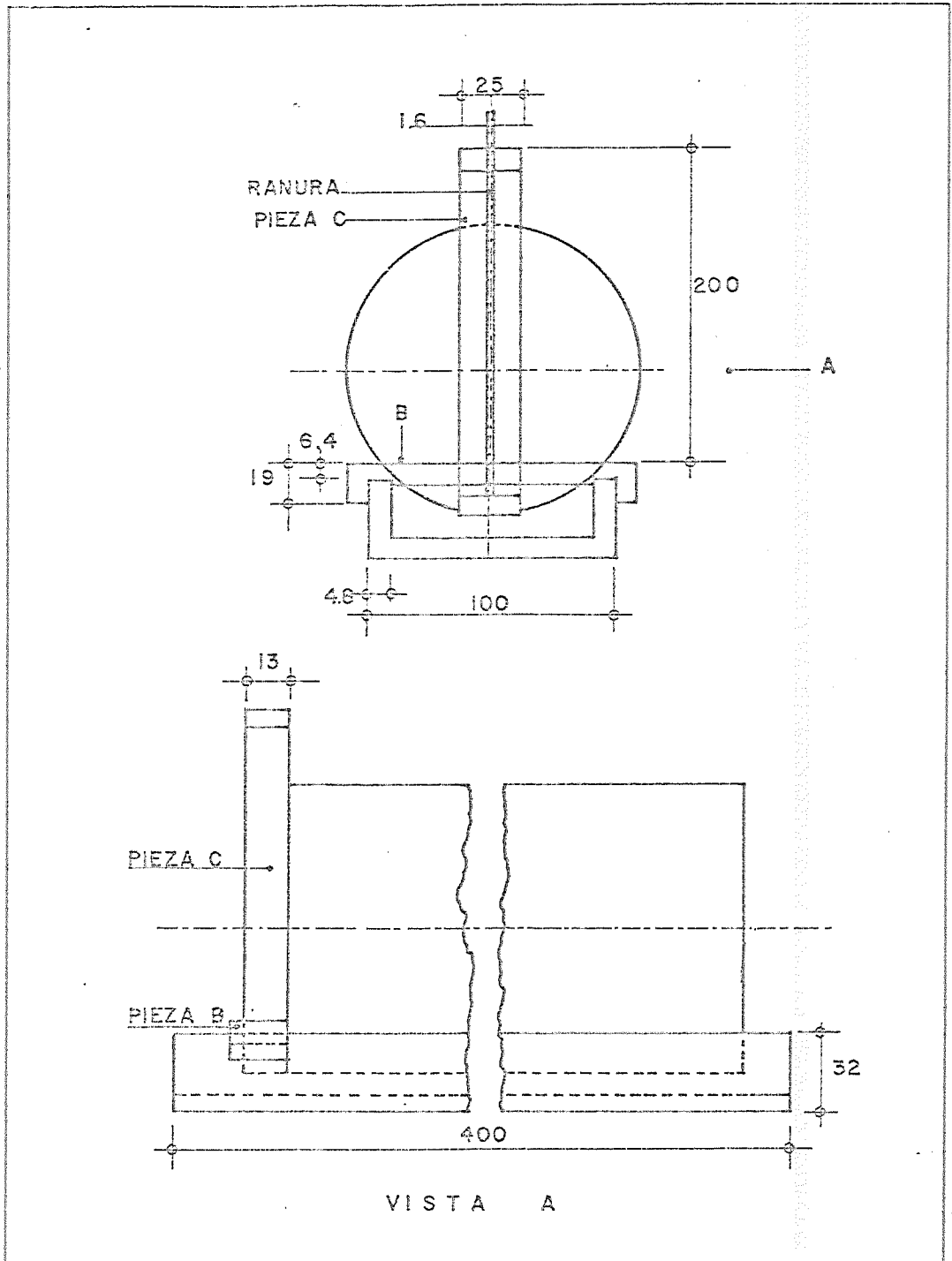
Después de cada prueba las tiras de triplay deben desecharse.

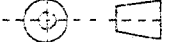
— Dispositivo para dibujar líneas diametrales en cada extremo del espécimen sobre el mismo plano axial. (Ver Figura 1.).

Debe constar de una canal de acero de 100mm. de longitud, con los patines maquinados para presentar su orillas planas.

Una placa ranurada en sus extremos para que deslice sobre los patines de la canal y en la que exista un corte rectangular para recibir la pieza vertical "C" del conjunto.

Una pieza vertical "C", que tiene una ranura longitudi--



NOM-C-163	DISPOSITIVO PARA MARCAR LOS DIAMETROS	ESCALA: no
		ACOTACION: mm
FIG. 1		DIBUJO:

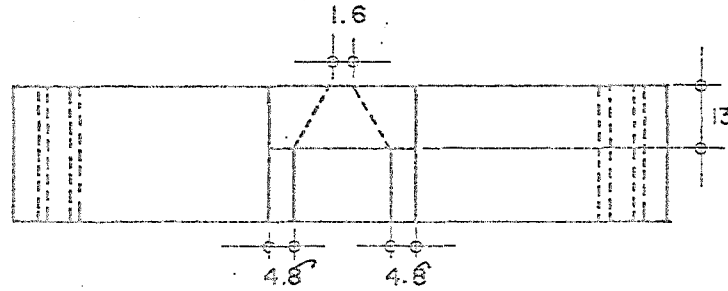


FIG. 2.

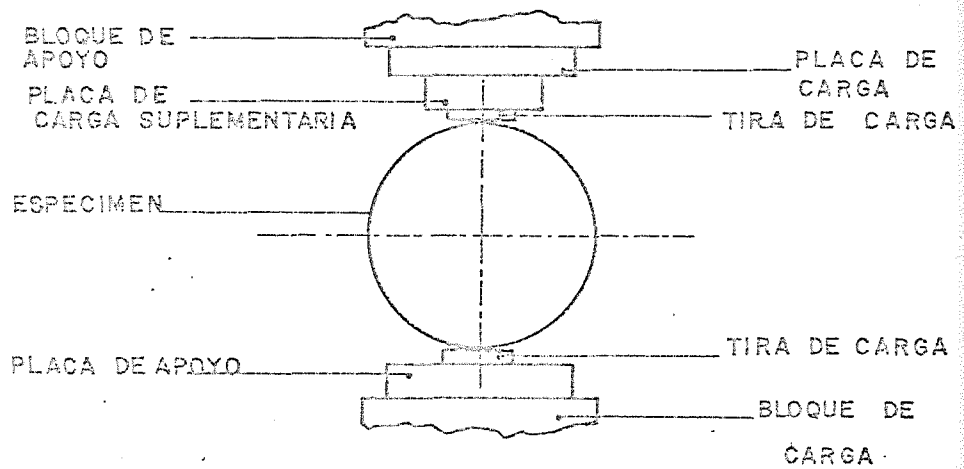
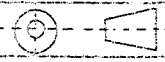


FIG. 3.

NO: -C-163 	FIG. 2 PIEZA C	ESCALA: no
	FIG. 3 ESPECIMEN EN LA MAQUINA DE PRUEBA	ACOTACION: mm
		DIBUJO: 3"

nal, que sirve de guía al lápiz para marcar el espécimen (Ver Fig 2.).

PREPARACION DE LOS ESPECIMENES DE PRUEBA.

Los especímenes de prueba deben cumplir con las especificaciones de dimensiones, moldeo y curado descritos en los métodos correspondientes.

Los especímenes curados en ambiente húmedo se deben mantener en esta condición mediante una cubierta de yute y otro material que los conserve húmedos, durante el período que transcurra entre su retiro del proceso de curado y la prueba, se deben probar tan pronto como sea posible a fin de evitar la pérdida de humedad.

—Para evaluación de Concreto ligero

Los especímenes que se prueban a los 28 días deben estar secos después de un curado húmedo de 7 días, siguiendo por 21 días un secado a 23 ± 1.5 °C y con una humedad relativa de 50 ± 5 por ciento

—Marcado del espécimen

En cada extremo del espécimen se deben dibujar líneas diametrales usando el dispositivo indicado, que asegure que las líneas se encuentran en el mismo plano diametral (Véase Figs. 1 y 2).

PROCEDIMIENTO.

— Mediciones.

Se determina el diámetro del espécimen de prueba con una aproximación de 0.25 mm. calculando el promedio de tres diámetros medidos cerca de los extremos, al centro del espécimen y contenidos dentro del plano que incluye las líneas marcadas en los extremos.

Se determina la longitud del espécimen con aproximación -

de 1.0 mm., promediando por lo menos dos medidas de longitud tomadas en el plano que contienen las líneas marcadas en los extremos.

—Centrado del espécimen empleando las líneas diametra--
les marcadas.

Se centra una de las tiras de carga sobre la platina inferior. Se coloca el espécimen sobre la tira y se alinea en tal forma, que las líneas marcadas en los extremos del cilindro estén verticales y centradas con relación a las tiras. Se coloca la segunda tira de carga longitudinalmente sobre el cilindro, centrándolo con relación a las líneas marcadas en los extremos del cilindro (Ver Fig. 3.). Se acomoda el conjunto para asegurar que se cumplan las condiciones anteriores.

—Velocidad de la aplicación de la carga.

Se debe aplicar la carga en forma continua sin impacto a una velocidad constante de tal manera, que se logren esfuerzos de tensión por compresión diametral de 5 a 15 Kg/Cm² por minuto hasta la falla del espécimen. Para cilindros de 15 -- por 30 Cm. el rango de esfuerzos de tensión corresponde a una carga aplicada aproximadamente entre 3500 y 10600 Kg/mm.

Se registra la carga máxima aplicada, indicada por la máquina de prueba en el momento de la falla.

Se deben observar el tipo de falla y la apariencia del concreto.

CALCULO.

Se calcula la resistencia a la tensión por compresión diametral del espécimen como sigue:

$$T = \frac{2P}{\pi LD}$$

donde:

T.= Resistencia a la tensión por compresión diametral, en Kg/
Cm².

P.= Carga máxima aplicada, en Kg (N).

L.= Longitud, en Cm.

D.= Diámetro, en Cm.

RESULTADOS

Deben incluirse los siguientes datos del espécimen.

- a).= Número de identificación.
- b).= Diámetro y longitud, en Cm.
- c).= Carga de ruptura, en Kg.
- d).= Resistencia a la tensión por compresión diametral, calculada con aproximación de 0.5 Kg/ Cm².
- e).= Porcentaje estimado de agregado grueso fracturado en la prueba.
- f).= Edad.
- g).= Historia del curado.
- h).= Defectos.
- i).= Tipo de falla.
- j).= Tipo de espécimen.

III.6).- Peso específico y absorción en agregados.

Para la mejor comprensión de éste lo dividiremos en agregados y gruesos y agregados finos:

" Determinación del peso Específico y de la Absorción - Del Agregado Grueso ". NORMA-C-164-1977.

Aquí se establece el método para determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso, considerado en ba-

se al peso saturado y superficialmente seco del agregado utilizado en el concreto de cemento portland.

Este método se auxilia del método de " Reducción de las - muestras de Agregados, Obtenidas en el campo, al tamaño Requerido para las Pruebas".

— Peso específico aparente (Sólidos y Líquidos)

Es la relación del peso de un volúmen unitario de un material, al peso de un volúmen igual de agua destilada, libre de -- gas, a una temperatura determinada,

Los pesos deben determinarse en aire de igual densidad. - Si el material es sólido, el volúmen debe ser el de la porción - impermeable.

Peso específico real (De Sólidos).

Es la relación del peso de un volúmen unitario de un material, al peso de un volúmen igual de agua destilada, libre de -- gas, a una temperatura determinada, los pesos deben determinarse en aire de igual densidad. El material incluye los vacíos normales, tanto permeables como impermeables.

APARATOS Y EQUIPO.

— Balanza.

Debe tener una capacidad de 5Kg. o más, según el tamaño de la muestra y con una sensibilidad de 0.5 G. y una precisión de 0.1% del peso de la muestra.

— Recipiente para la muestra.

Canasta de alambre del número 6 o Cubeta, con capacidad de 4 a 7 Litros, para contener el agregado de tamaño máximo nominal de 40 mm. o menos.

Otro recipiente, con capacidad de 8 a 16 Litros, para - muestras de agregado de tamaño máximo nominal al mayor de 40 mm.

Dispositivo de Suspensión.

Debe ser apropiado para suspender el recipiente de uno de los platillos de la balanza, con la muestra sumergida en agua.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

Se mezcla completamente la muestra del agregado por probar y se reduce a la cantidad requerida por medio de cuarteo, de acuerdo con lo indicado en el método de " Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo, al tamaño requerido para las pruebas ", eliminando por cribado, todo el material que pase por la malla de 4.76 mm.

En algunos casos es conveniente probar un agregado grueso en fracciones separadas y si la muestra contiene más del 15% de material retenido en la malla de 38.1 mm.

Los pesos mínimos de las muestras para los diferentes tamaños máximos nominales se establecen en la siguiente tabla.- Cuando una muestra de agregado se prueba en fracciones separadas, el peso de dichas fracciones debe corresponder al del tamaño máximo nominal de los mismos.

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (MM.)	PESO MINIMO DE LA MUESTRA (KG.)
12.5 ó Menos	2
20	3
25	4
40	5
50	8
65	12
75	18
90	25

PROCEDIMIENTO.

Se lava perfectamente la muestra para eliminar todo tipo de materiales extrañas de la superficie del agregado, - se seca hasta peso constante a una temperatura de 100 a 110°C y se enfría a temperatura ambiente de 1 a 3 horas; posteriormente se sumerge en agua a temperatura ambiente por un período de 24±4 horas.

Cuando los valores de la absorción y del peso específico se usen para el cálculo de las cantidades de materiales que intervienen en una mezcla de concreto en la que los agregados van a estar en su condición natural de humedad, el requerimiento del secado inicial, hasta alcanzar peso constante, puede ser eliminado y si las superficies de las partículas de la muestra han estado continuamente mojadas hasta la prueba, el mojado de las 24 horas puede ser suprimido. - Los valores de la absorción y del peso específico en la condición de saturado y superficialmente seco, pueden ser considerablemente más altos para el agregado que no se secó en el horno antes de sumergirlo, que para el mismo material tratado.

Después se saca la muestra del agua y se seca con un trapo de absorbente adecuado hasta que la película de agua superficial desaparezca; esto se detecta observando que desaparezca el brillo acuoso de la partícula.

Se frota individualmente con el trapo las partículas más grandes. Se debe evitar la evaporación del agua de los poros del agregado durante la operación de secado de la superficie. Se pesa la muestra en la condición de saturado y superficialmente seco; se registra éste y todos los siguientes pesos con aproximación de 0.5 G., o bien de 0.0001 del--

peso de la muestra, tomando el valor máximo como base.

Inmediatamente después de pesar, se pone el agregado saturado y superficialmente seco en el recipiente y se determina su peso en el agua a una temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$. y con una densidad de $0.997 \pm 0.002 \text{ g/cm}^3$. Se debe tener cuidado de eliminar todo el aire atrapado, golpeando o agitando el recipiente mientras se sumerge.

Durante el pesado, el recipiente se debe sumergir a una profundidad suficiente para cubrirlo con agua junto con la muestra. El alambre que sostiene el recipiente debe ser lo más delgado posible para minimizar su influencia en el volumen desalojado al sumergirlo.

Se seca el material hasta peso constante, a una temperatura de 100 a 110°C ., Se enfría a temperatura ambiente de 1 a 3 horas y se pesa.

CALCULOS Y RESULTADOS.

--Peso específico real.

Se Calcula de la siguiente manera:

$$\text{Peso específico} = \frac{a}{b-c}$$

En donde:

a= Peso de la muestra en el aire, secado en el horno, en Kg.

b= Peso de la muestra en el aire, saturada y superficialmente seca, en Kg.

c= Peso de la muestra saturada, sumergida en el agua, en Kg.

--Peso específico real, saturado y superficialmente seco.

Basandose en el peso de la muestra, saturada y superficialmente seca, el peso específico se calcula como sigue:

$$\text{Peso específico (sss)} = \frac{b}{b-c}$$

- Peso específico aparente.

Este se calcula como sigue:

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{a}{a-c}$$

- Absorción

El porcentaje de absorción se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{b - a}{a} \times 100$$

- Cálculo de los valores promedio.

Cuando la muestra se prueba en fracciones, el valor promedio de cualquiera de los 3 pesos específicos mencionados, puede ser determinado como el promedio estadístico de los valores calculados de acuerdo con lo calculado anteriormente, mediante la siguiente ecuación:

$$G = \frac{1}{\frac{P_1}{100G_1} + \frac{P_2}{100G_2} + \dots + \frac{P_n}{100G_n}}$$

En donde:

G = Peso específico promedio.

G₁, G₂-- G_n = Peso específico de cada fracción, dependiendo del tipo del peso específico que se está promediando.

P₁, P₂-- P_n = Porcentajes en peso de cada fracción, respecto al total de la muestra.

La absorción promedio es el promedio estadístico de los valores determinados de acuerdo a su peso en el agua, considerándoles el valor proporcional al porcentaje del peso de las fracciones de la muestra como sigue:

$$A = \frac{P_1 A_1}{100} + \frac{P_2 A_2}{100} + \dots + \frac{P_n A_n}{100}$$

En donde:

A= Absorción promedio, en por ciento.

A₁, A₂, ---A_n= Porcentajes de absorción de cada fracción.

P₁, P₂, ---P_n= Porcentajes en peso de cada fracción respecto a la muestra original.

Para la determinación del peso específico la precisión de uno o varios operadores (Dentro de los límites de 2 veces la desviación estándar) Debe ser menor que ± 0.01 del peso específico promedio.

Diferencias mayores a 0.01 entre pruebas duplicadas de la misma muestra, efectuadas por el mismo o por diferente Operador, sólo pueden ocurrir, ocasionalmente en menos del 5% de las veces.

Para la prueba de absorción, la precisión de uno o de varios operadores debe ser de ± 0.09 del porcentaje de absorción promedio en el 95% de las veces, (Dentro de los límites de dos veces la desviación estándar). La diferencia en pruebas individuales efectuadas por uno o varios operadores a la misma muestra, no debe exceder a 0.13 en más del 5% de las veces.

"DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO" NORMA-C-165-1977.

Este método para determinar el peso específico real, - el peso específico aparente y la absorción de agua del agregado fino, se toma en base al peso saturado y superficialmente seco del agregado utilizado en el concreto portland.

Este método se auxilia del método de " Reducción de las muestras de agregados, obtenidas en el campo, al tamaño requerido para las pruebas".

-Peso específico aparente (Sólidos y Líquidos).

La definición es la misma que para agregado grueso.

-Peso específico real (De Sólidos)

La definición es la misma que para agregado grueso.

APARATOS Y EQUIPO

-Balanza.

Debe tener una capacidad de un Kg. o más, según el tamaño de la muestra, una sensibilidad de 0.1g. y una precisión - del 0.1% del peso de la muestra.

PIGNÓMETRO

Es un recipiente en el cual se puede introducir fácilmente el agregado fino y en el que el volúmen contenido puede ser determinado con exactitud de $\pm 0.10\text{cm}^3$. Su volúmen, hasta la marca de aforo debe ser al menos 50% más grande que el requerido para la muestra de prueba.

Un frasco con una capacidad de 500 cm^3 ., al que se le puede adaptar un aforo, es satisfactorio para una muestra de -- prueba de 500g. Para la mayoría de los agregados.

MOLDE

Debe ser de lámina de metal, con espesor de 0.8 mm., -

de forma troncocónica, con 40 mm. De diámetro superior y 90mm. de diámetro inferior, una altura de 75 mm. y una tolerancia -- en sus dimensiones de ± 3 mm.

PISON.

Debe ser una pieza cilíndrica de metal, con un diámetro de 25 ± 3 mm., Un peso de 340 ± 15 g. y una superficie circular plana y lisa.

ESTUFA.

Debe estar equipada con un dispositivo para regular la temperatura, ser capaz de mantener la temperatura a $105\pm 5^{\circ}\text{C}$. y tener un termómetro.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

Se toma una muestra de 1000 gramos aproximadamente del agregado fino. De acuerdo con el método de cuarteos.

Se seca en el horno a una temperatura entre 100° y 110°C hasta peso constante. Se enfría a temperatura ambiente durante una a tres horas. Posteriormente se sumerge en agua a temperatura ambiente por un período de 24 ± 4 horas. Se decanta con cuidado el agua, no permitiendo pérdida de finos.

Se extiende la muestra en una superficie lisa no absorbente, expuesta a una corriente de aire caliente y se remueve con frecuencia, para asegurar una evaporación uniforme de la humedad superficial. Esta operación se continúa hasta que se acerque a la condición de saturado y superficialmente seco, que se detecta por el flujo libre del agregado. Después se fija firmemente el molde con una mano, con su boca mayor hacia abajo sobre una superficie tersa, no absorbente y se llena con una porción de la muestra que se compacta por el peso propio del pisón, colocándolo suavemente 25 veces, sin altura de caída, sobre la superficie enrasada de la muestra, volviendo a --

enrasar cada vez que se requiera.

A continuación se levanta el molde verticalmente; si el material conserva la forma del molde, es que el agregado todavía tiene humedad superficial.

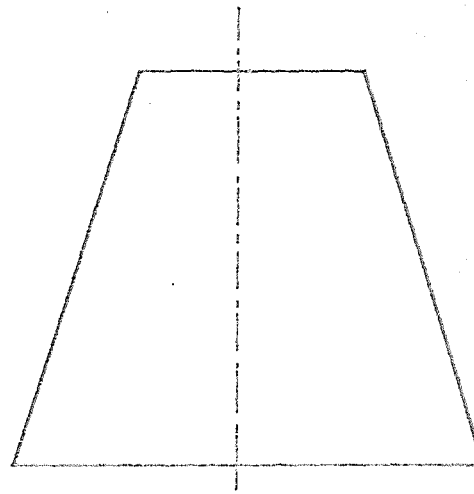
Se continúa revolviendo la muestra y evaporando; se repite el procedimiento hasta lograr que el agregado llegue a la condición de saturado y superficialmente seco, que es cuando al retirar el molde el material de la muestra se disgrega un poco perdiendo parcialmente la forma (Vease la Fig. 1.). Para lograr la condición de saturado y superficialmente seco, de la muestra de agregado fino, se pueden usar medios mecánicos, tales como la agitación.

El procedimiento anterior presupone que se va a llegar a la condición de saturado y superficialmente seco por aproximación, por lo que no debe obtenerse en el primer intento, sino lograrse en intentos sucesivos.

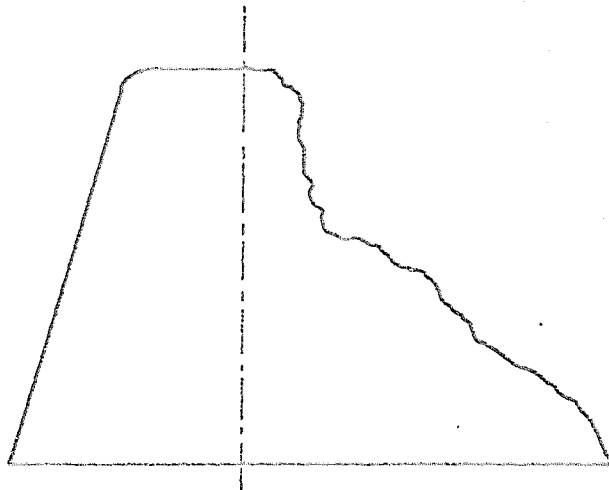
Cuando la muestra se seque más de la condición de saturado y superficialmente seco, que se nota porque al retirar el cono se deforma más de lo indicado, se debe mezclar el material con unos cuantos centímetros cúbicos de agua e introducirlo en un recipiente, se tapa dejándose reposar 30 minutos.

Cuando los valores de la absorción y del peso específico se usen para el proporcionamiento de mezclas de concreto, en las que los agregados van a ésta en su condición natural de humedad, el requerimiento del secado inicial hasta alcanzar peso constante, puede ser eliminado y si las superficies de la muestra han estado continuamente mojadas hasta la prueba, el mojado de las 24 horas puede suprimirse.

Los valores de la absorción y del peso específico en la condición de saturado y superficialmente seco, pueden ser consi



MOLDE CON MUESTRA



MUESTRA DESPUES DE REMOVER EL MOLDE

NO. C-165

ESCALA= no



ACOTACION= no

FIG 1

MUESTRA SATURADA
Y SUPERFICIALMENTE SECA

DIBUJO:

derablemente más altos, para el agregado que no se seco en el horno antes de sumergirlo, que la misma muestra tratada.

PROCEDIMIENTO.

El Picnómetro limpio se seca hasta alcanzar peso constante, (P).

Se determina el peso del Picnómetro, lleno con agua -- hasta su nivel de aforo, a una temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Si se usa una bureta con una precisión de 0.10 Cm³ a - 20°C., el peso del Picnómetro lleno de agua puede determinarse con la siguiente fórmula:

$$B=0.9976V+P$$

En donde:

B.= Peso del Picnómetro lleno con agua, en gramos.

V.= Volúmen del Picnómetro, en Cm³.

P.= Peso del Picnómetro vacío y secado a peso constante, en gramos.

Se introducen inmediatamente en el Picnómetro 500g. del agregado fino preparado y se llena de agua aproximadamente al 90% de su capacidad; se gira, se agita e invierte el Picnómetro para eliminar todas las burbujas de aire. Se ajusta la -- temperatura si es necesario sumergiendolo en agua circulante-- hasta alcanzar $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$., después se llena de agua hasta el -- nivel de aforo del Picnómetro y se pesa con una aproximación-- de 0.1g.

Se puede usar una muestra de peso diferente de 500g., -- pero no menor de 50g., solamente que hay que cambiar el número 500 que aparece en las fórmulas 1, 2 y 4 que aparecen en -- los cálculos, por el peso de la muestra empleada. Si el peso-- empleado es menor de 500g., Se reducen proporcionalmente los--

límites de exactitud.

Como alternativa, la cantidad de agua necesaria para llenar el recipiente puede ser determinada volumétricamente usando una bureta con precisión de 0.10 Cm³.

El peso total del recipiente, espécimen y agua se calcula con la siguiente fórmula:

$$C = 0.9976V_a + 500 + P$$

En donde:

C. = Peso del Picnómetro lleno con la muestra y el agua, - en gramos.

V_a = Volúmen del agua agregada al Picnómetro, en Cm³.

P. = Peso del Picnómetro vacío, secado a peso constante, - en gramos.

Se saca la muestra del Picnómetro, se seca hasta alcanzar peso constante a una temperatura de 100 a 110°C., Se enfría a temperatura ambiente por un lapso de 30 a 90 minutos y se pesa.

CALCULOS Y RESULTADOS.

-Peso específico real seco.

Este se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_e = \frac{A}{(B + 500 - C)} \quad \text{---(1)}$$

En donde:

P_e. = Peso específico seco, en gramos.

A. = Peso de la muestra secada en el horno, en gramos.

B. = Peso del Picnómetro llenado con agua, en gramos.

C. = Peso del Picnómetro con la muestra y agua hasta el nivel de aforo, en gramos.

-Peso específico real, saturado y superficialmente seco.

Se calcula el peso específico real saturado y superficial

mente seco (P_{esss}) con la siguiente fórmula:

$$P_{esss} = \frac{500}{(B + 500 - C)} \quad \text{----(2)}$$

En donde:

P_{esss} = Peso específico real saturado y superficialmente seco, en gramos.

-Peso específico aparente.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_{ea} = \frac{A}{(B+A-C)} \quad \text{----(3)}$$

En donde:

P_{ea} = Peso específico aparente, en gramos.

-Absorción

Se calcula el porcentaje de absorción con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de absorción} = \frac{(500-A)}{A} \times 100 \quad \text{----(4)}$$

En las pruebas efectuadas en un laboratorio, con una misma muestra de agregado de peso normal, se deben obtener resultados con la siguiente precisión:

-En pesos específicos:

La precisión de un solo operador, o de varios operadores debe estar dentro de ± 0.02 del promedio de los pesos específicos obtenidos. Diferencias mayores de 0.03 entre dos pruebas iguales, hechas con la misma muestra y con el mismo o diferente operador, deben ocurrir en menos del 5% de las veces.

—En pruebas de absorción.

La precisión debida a un solo operador debe estar dentro de ± 0.31 del porcentaje de absorción promedio, el 95% de las veces. Las pruebas hechas por varios operadores son probabilísticamente menos precisas. La diferencia entre pruebas realizadas por el mismo operador, en la misma muestra, no debe exceder de 0.45 en más del 5% de las veces.

111.7).- HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO, NORMA-C-245.

—Este Método determina el contenido de la humedad superficial del agregado fino, por desplazamiento en agua. La precisión del método depende de la exactitud de la información con que se cuenta sobre la gravedad específica real del material, en condiciones de saturado y superficialmente seco. El mismo procedimiento, con cambios apropiados en el tamaño de la muestra y en las dimensiones del recipiente, puede aplicarse para el agregado grueso.

APARATOS Y EQUIPO-

Una balanza con capacidad de 2 Kg. o más y con una sensibilidad de 0.5g. o menos.

Un recipiente o frasco, de preferencia de vidrio o de metal anticorrosivo.

Este recipiente puede ser un Picnómetro, un frasco volumétrico aforado o con graduaciones, u otro dispositivo apropiado para medir volúmenes.

El volúmen del recipiente debe ser tal que pueda contener de dos a tres veces el volúmen de la muestra suelta y debe estar diseñado en tal forma que permita llenarse hasta la marca de aforo, o bien para que el volúmen de su contenido pueda ser medido con una aproximación de 0.5m 1.0 menos.

PROCEDIMIENTO.

Se obtiene una muestra representativa, de acuerdo con lo establecido el método de " Muestreo, de agregados", y de ella se pesan 200g. como mínimo.

El contenido de humedad superficialmente se puede determinar por peso o por volúmen, en ambos casos, la prueba se debe efectuar a una temperatura entre 18° y 30°C.

-Determinación por peso.

Se determina el peso, en gramos, del recipiente lleno de agua hasta la marca de aforo. Antes de colocar la muestra en el recipiente, se reduce la cantidad de agua de manera que al introducir la muestra, ésta quede cubierta, sin que el nivel de agua llegue a la marca de aforo. Se introduce la muestra de aforo. Se introduce la muestra de agregado fino previamente pesada, y se extrae el aire atrapado. Se agrega agua hasta que el nivel llegue a la marca de aforo y se determina el peso del recipiente, en gramos. La cantidad de agua desplazada por la muestra se calcula como sigue:

$$V_s = P_c + P_s - P$$

En donde:

V_s = Peso del agua desplazada por la muestra, en gramos.

P_c = Peso del recipiente lleno de agua hasta la marca de aforo, en gramos.

P_s = Peso de la muestra, en gramos.

P = Peso del recipiente con la muestra y agua, lleno hasta la marca de aforo, en gramos.

-Determinación por volúmen.

Se mide, en mililitros, un volúmen de agua suficiente -

para cubrir la muestra y se vierte dentro del recipiente. La muestra de agregado fino, previamente pesada, se introduce en el recipiente y se extrae el aire atrapado. Se determina el volúmen combinado de la muestra y del agua, con lectura directa cuando se emplea un frasco graduado; Cuando se usa un Picnómetro o un frasco aforado, se llena éste hasta la marca de aforo con un volúmen medido de agua adicional. Se calcula la cantidad de agua desplazada por la muestra, como sigue:

$$V_s = V_2 - V_1$$

En donde:

V_s = Volúmen de agua desplazada por la muestra, en ml.

V_2 = Volúmen combinado de la muestra y el agua, en ml.

V_1 = Volúmen total de agua requerido para llegar a la marca de aforo en el frasco graduado y en el Picnómetro, en ml.

CALCULOS.

SE calcula el porcentaje de humedad superficial, en función del agregado fino saturado y superficialmente seco.

$$P = \frac{(V_s - V_d)}{(P_s - V_s)} \times 100$$

En donde:

P = Humedad superficial, en función del agregado fino saturado y superficialmente seco, en por ciento.

V_d = Peso de la muestra dividido entre el peso específico real del agregado fino en condición de saturado y superficialmente seco, determinado como se describe en el método de "Determinación del peso específico y absorción del agregado fino".

V_s = Peso del agua desplazada, en gramos.

P_s = Peso de la muestra, en gramos.

Si la absorción del agregado fino es conocida, se calcula el porcentaje de humedad superficial, en función del agregado seco, como sigue:

$$P_d = P \left(1 + \frac{P_a}{100} \right)$$

En donde:

P_d = Humedad superficial, en función del agregado fino seco, en por ciento.

P_a = Absorción del agregado fino, en por ciento, determinado de acuerdo con lo establecido.

El contenido total de humedad, sobre la base de agregado seco, es la suma de la humedad superficial P_d y la absorción P_a .

III-8) CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

MEDIANTE SECADO.

NORMA OFICIAL MEXICANA D.G.N.-C- 166 - 1977.

Este método establece el procedimiento para la determinación del contenido total de humedad en una muestra de -- agregado, mediante secado de la misma, siendo este método lo suficientemente aproximado para utilizar su resultado en el -- ajuste de las cantidades de materiales en una revoltura de -- concreto. En los casos poco frecuentes en que el agregado sufre una alteración por el calor, o donde se requieran mediciones más refinadas, este método no puede ser aplicable.

Para los fines de este método se establece en las siguientes definiciones:

--Contenido total de humedad en los agregados.

Es la cantidad de agua, que contiene la muestra de -- agregado, al momento de efectuar las pesadas para dosificar una revoltura y está formada por la suma de la humedad superficial y la de absorción.

Tamaño máximo nominal del agregado.

Es la malla inmediata superior a la primera malla -- donde el retenido acumulado es superior al 10%

APARATOS Y EQUIPO

--Balanza

La balanza o báscula debe ser sensible en su operación a 0.1 por ciento del peso de la muestra por probar.

--Fuente de calor.

La fuente de calor para efectuar la prueba puede ser una parrilla de placa, eléctrica o de gas, o lámparas eléctricas, o un horno ventilado; capaces de mantener la temperatura ambiente alrededor de la muestra entre 100 y 110°C.

— Recipiente.

El recipiente para colocar la muestra no debe ser afectable por el calor, su volúmen debe ser suficiente para contener la muestra sin que ésta se derrame y de forma tal, que la altura de la muestra no sea superior a una quinta parte de la profundidad de éste.

Agitador.

Se puede emplear una cuchara metálica, una cuchara de albañil pequeña o una espátula de tamaño adecuado.

PREPARACION DE LA MUESTRA

Se debe estar seguro de que la muestra del agregado que se va a probar sea representativa del material de abastecimiento, por lo que se refiere al estado de humedad.

En el caso de agregado de peso normal la cantidad debe ser igual o mayor a los pesos anotados en la siguiente tabla:

PESO DE LA MUESTRA DE AGREGADO NORMAL.

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (mm)	M A L L A (*) No.	PESO MINIMO DE LA MUESTRA (Kg.)
150		30
100	102	25
90	90	16
76	76	13
64	64	10
50	51	8
40	38	6
25	25	4
20	19	3
13	12	2
10	9	1.5
6	6	0.5

* Malla inmediata superior a la primera

Malla donde el retenido acumulado es superior al 10%

Para determinar el peso mínimo de la muestra para materiales ligeros se multiplica este valor por el peso volumétrico del agregado ligero suelto, en Kg/m³, y se divide entre 1500.

PROCEDIMIENTO.

Se pesa la muestra con una aproximación de 0.1 por ciento, evitando la pérdida de humedad hasta donde sea posible.

Se seca totalmente la muestra en el recipiente, por medio de la fuente de calor seleccionada, teniendo la precaución de evitar pérdidas de partículas en el secado. Si se emplea una fuente de calor diferente a la controlable de un horno, se debe mover continuamente la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobre calentamiento localizados. Se considera que la muestra está totalmente seca, cuando un calentamiento adicional origine una pérdida en el peso menor de 0.1 por ciento.

Cuando se emplee una charola, el secado puede acelerarse, agregando suficiente alcohol desnaturalizado hasta cubrir la muestra húmeda, se agita y se suspende dicha agitación permitiendo que el material se sedimente; Se decanta el alcohol lo más que sea posible, sin permitir pérdida del material de la muestra. En seguida se enciende el alcohol restante y se permite que se quemé todo durante el secado sobre la charola. (Esta muestra queda inutilizada para emplearse en la determinación de contenido de materia orgánica del agregado).

La muestra se seca, previamente enfriada hasta la temperatura del laboratorio se pesa con una aproximación de 0.1 por ciento.

CALCULOS Y RESULTADOS.

La humedad total se calcula con la siguiente fórmula.

$$H = 100 \frac{(P_h - P_s)}{P_s}$$

En donde:

H= Contenido de humedad de la muestra, en por ciento.

P_h=Peso de la muestra representativa, en gramos.

P_s=Peso de la muestra seca, en gramos.

El contenido de humedad superficial es igual a la diferencia entre el contenido de humedad total y la absorción, la cual debe ser determinada de acuerdo con los métodos de "Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso" y el de "Determinación del peso específico y absorción para el agregado fino".

III-9) CONTENIDO DE AIRE, PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO.

NORMA OFICIAL MEXICANA - D.G.N. - 162 - 1977.

Este método establece el procedimiento para la determinación del contenido de aire (Método Gravimétrico), peso unitario y rendimiento del concreto; no es aplicable a los concretos secos o de bajo revenimiento, tales como los que se usan en la fabricación de elementos precolados.

Rendimiento del Concreto: Es el volumen total de concreto, obtenido a partir de una mezcla de materiales en cantidades conocidas.

APARATOS Y EQUIPO.

-- Balanza.

La balanza debe tener una precisión de 0.3% de la carga de prueba, dentro del rango de uso. El rango de uso compren-

de desde el peso del recipiente vacío, hasta el peso del mismo más su contenido de concreto en razón de 2,600 Kg/m³.

— Varilla de compactación.

La varilla debe ser de sección circular de acero, recta de 16mm. de diámetro y 60 Cm. de longitud, con los extremos redondeados en forma de hemisferio.

— Vibrador Interno.

Puede ser de flecha rígida o flexible, accionada preferentemente por un motor eléctrico. La frecuencia de operación debe ser de 7,000 Vibraciones por minuto o mayor. El diámetro exterior o la dimensión mayor, del cabezal debe ser de cuando menos 20 mm. y no mayor de 40 mm., y su longitud mínima igual a 60 mm.

— Recipiente o unidad de medición.

Se emplea un recipiente cilíndrico de metal no atacable por la pasta de cemento, hermético y suficientemente rígido para conservar su forma y volumen calibrado bajo uso rudo. Debe ser maquinado en forma tal, que conserve medidas precisas en su parte interior y de preferencia provisto de manijas. -- El borde superior debe ser plano con una tolerancia de ± 0.5 mm. Su capacidad debe estar de acuerdo con la siguiente Tabla.

"CAPACIDAD MINIMA DEL RECIPIENTE"

DEL AGREGADO NOMINAL GRUESO TAMAÑO MAXIMO (mm.)	CAPACIDAD DEL RECIPIENTE (LITROS)
25	5
38	10
50	15
75	30

La capacidad calibrada del recipiente debe tener una tolerancia de $\pm 5\%$ respecto a la capacidad nominal. Las dimensiones estarán de acuerdo a la tabla siguiente.

" CAPACIDAD Y DIMENSIONES DEL RECIPIENTE "

CAPACIDAD DEL RECIPIENTE (LITROS)	DIAMETRO INTERIOR	ALTURA INTERIOR (mm)
5	170 \pm 2	220 \pm 2
10	205 \pm 2	305 \pm 2
15	255 \pm 2	295 \pm 2
30	355 \pm 2	305 \pm 2

Estos requisitos no se aplican a los recipientes para medir el contenido de aire por el método de presión.

Los recipientes maquinados deben tener redondeada la intersección del fondo con las paredes, con un radio que no exceda 10mm. se deben preferir los recipientes de forma cilíndrica, pero el diámetro del fondo puede ser un 10% menor que el diámetro de la parte superior.

— Enrasador.

Debe ser una placa rectangular, plana, de cuando menos 6 mm. de espesor si es de metal, o de 12mm. Si es de vidrio o material acrílico, con una longitud y un ancho de cuando menos 50mm. mayor que el diámetro del recipiente con el cual se use. Los cantos de la placa deben ser rectos y lisos, con una tolerancia de ± 1.5 mm.

El equipo de calibración consta de una pieza plana de vidrio de cuando menos unos 6 mm. de espesor y 50 mm. mayor que el diámetro del recipiente que va a ser calibrado. Al calibrar

el recipiente, se coloca en el borde superior grasa de bomba o de chasis (Grasa Gruesa), Para evitar fugas de agua.

Calibración del recipiente.

Se calibra el recipiente y se determina el factor para convertir el peso en kilogramos, a peso en kilogramos por metro cúbico contenido en el recipiente. Se debe seguir el procedimiento indicado a continuación: Se llena el recipiente con agua a temperatura ambiente y se cubre con una placa de vidrio, eliminando las burbujas y el exceso de agua. Se determina el peso neto del agua en el recipiente, con una precisión de 0.1%

Se mide la temperatura del agua y se determina el peso volumétrico de la misma según su temperatura, de acuerdo con la siguiente tabla.

" TEMPERATURA Y PESO VOLUMETRICO DEL AGUA "

TEMPERATURA	PESO VOLUMETRICO
(°C)	(Kg/m ³)
15.0	999.10
18.0	998.58
21.0	997.95
23.0	997.50
24.0	997.30
27.0	996.52
29.0	995.97

NOTA: Para valores intermedios interpólese.

Se calcula el factor del recipiente dividiendo el peso volumétrico del agua, entre el peso de la muestra requerido - para llenarlo.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

La muestra se obtiene de acuerdo al método de " Mues--
treo del Concreto Fresco ".

Una vez obtenida la muestra se coloca en el recipiente y se compacta. En los recipientes de capacidad menor de 10 Li-
tros se compacta la muestra con una varilla para evitar pérdi-
da excesiva de aire incluido. En recipientes de 10 litros de-
capacidad o mayores, el método de consolidación, que puede -
ser por varillado o por vibración interna, se selecciona con-
base en el revenimiento de la mezcla; a menos que se establez-
ca el procedimiento en las especificaciones particulares de -
la obra.

Se debe varillar el concreto que tenga revenimiento ma-
yor de 12 cm; Se puede varillar o vibrar los concretos con -
revenimiento de 6 a 12 cm. Se deben vibrar los concretos con-
revenimientos menores de 6 cm.

PROCEDIMIENTO.

--Varillado.

Se coloca el concreto en tres capas aproximadamente de
igual volúmen. Cada capa se compacta con 25 penetraciones de-
la varilla si el volúmen es de 14 litros o menos; y con 30 pe-
netraciones si es de 28 litros. La varilla debe penetrar en -
la capa inferior en todo su espesor, pero sin golpear al fon-
do del recipiente. Se distribuyen las penetraciones de la va-
rilla uniformemente sobre la superficie del concreto.

Para las dos capas superiores, la varilla debe penetrar
aproximadamente 2.0 cm. en la capa inmediata inferior. Después

de compactar cada capa, se deben dar golpes ligeros a los lados del recipiente, diez o más veces, hasta que no aparezcan huecos grandes de aire en la superficie,

Cerrando con la varilla de compactación los huecos - dejados. Se agrega la última capa evitando el rebosamiento.

—Vibración Interna.

Se llena el recipiente y se vibra el concreto en dos capas aproximadamente iguales. Se coloca de un solo vaciado - el concreto de cada capa antes de empezar a vibrar. Se inserta el vástago del vibrador en tres puntos diferentes de cada capa.

Durante la compactación de la capa inferior, no se - debe apoyar o tocar con el vibrador el fondo o los lados del recipiente. En la compactación de la capa superior, el vibra - dor debe penetrar en la capa anterior 2.0 cm. aproximadamen - te. Se debe tener cuidado de extraer lentamente el vástago, - de tal manera de no dejar bolsas de aire en el espécimen. El tiempo requerido de vibración depende de la trabajabilidad - de la mezcla y de la eficiencia del vibrador. Se continúa la vibración el tiempo necesario hasta alcanzar una compacta - ción apropiada del concreto.

Se debe observar una duración uniforme de vibrado pa - ra una misma clase de concreto, un mismo tipo de vibrador y - un mismo recipiente.

Terminada la compactación, el recipiente no debe con - tener exceso o falta de concreto. El contenido óptimo es -- aquel en el que el concreto sobre sale unos 3mm. Sobre el - borde superior del recipiente. Se puede agregar una pequeña - porción de concreto para completar la cantidad óptima. Si el recipiente contiene una cantidad considerable en exceso de - la óptima al terminar la compactación, se debe remover la -

cantidad excedente con una cuchara, inmediatamente después de terminar la compactación y antes de que se enrase.

ENRASE.

Al terminar la compactación se debe enrasar la superficie del concreto con una herramienta plana, hasta dejar la superficie pulida y justo a nivel con el borde del recipiente. - Se enrasa mejor haciendo presión con el enrasador sobre la superficie del concreto, cubriendo unos dos tercios de ella y retirandolo con un movimiento de sierra para terminar la superficie cubierta originalmente. Se coloca nuevamente el enrasador sobre la superficie del concreto, cubriendo los dos tercios citados, y se avanza con movimiento de sierra y presionando verticalmente hasta cubrir el total de la superficie. Varias pasadas finales, inclinando el enrasador, producen un terminado pulido de la superficie del concreto.

LIMPIEZA Y PESADO.

Después de enrasar, se limpia todo el exceso de concreto adherido en el exterior del recipiente y se determina el peso neto del concreto contenido en el recipiente, con la precisión necesaria de 0.3% de la carga de prueba.

CALCULOS.

-Peso unitario.

Se calcula el peso neto del concreto, en kilogramos, restando el peso del recipiente del peso bruto. Se calcula el peso por metro cúbico multiplicando el peso neto por el factor obtenido al calibrar el recipiente en uso.

-RENDIMIENTO.

Se calcula el rendimiento " Y " (Volumen real de concreto obtenido por revoltura), dividiendo el peso total de todos los materiales incluidos en una revoltura "PI", entre el peso

unitario " P ". El peso total de todos los materiales incluidos en una revoltura es la suma de los pesos del cemento, del agregado fino y del agregado grueso en las condiciones en que se usan, del agua de mezclado agregada a la revoltura y de cualquier otro material, solido o líquido, usado.

—RENDIMIENTO RELATIVO.

El rendimiento relativo es la relación entre el volúmen real de concreto obtenido y el volúmen de diseño o teórico de una revoltura, calculado como sigue:

$$R_y = \frac{Y}{Y_d}$$

En donde:

R_y = Rendimiento relativo

Y = Volúmen real de concreto obtenido por revoltura, en metros cúbicos.

Y_d = Volúmen de concreto teórico que produce una revoltura, en metros cúbicos.

Un valor R_y mayor de 1.0 indica que se está produciendo un exceso de concreto un valor menor indica que se produce un volúmen menor que al de diseño de la revoltura.

CONTENIDO DE CEMENTO.

Se calcula el contenido real de cemento como sigue:

$$N = \frac{N_t}{Y}$$

En donde:

N = Contenido real de cemento, en Kg/m³.

N_t = Peso del cemento por revoltura, en Kg.

Y = Volúmen real del concreto obtenido por revoltura en m³.

— CONTENIDO DE AIRE.

Este método debe ser usado exclusivamente en concretos en los que se incluya aire por medio de aditivos.

Se calcula el contenido de aire como sigue:

$$A = \frac{(T - P)}{T} \times 100$$

O bien:

$$A = \frac{(Y - V)}{Y} \times 100$$

En donde:

A= Contenido de aire en el concreto (Porcentaje de vacíos).

T= Peso teórico del concreto, considerándolo libre de aire, en Kg/m³.

P= Peso unitario del concreto fresco, en Kg/m³.

Y= Volúmen real del concreto obtenido por revoltura, en m³.

V= Volúmen total absoluto de los ingredientes que componen la revoltura, en m³.

El peso teórico (T) del concreto por metro cúbico, se determina en el laboratorio y es el valor que se considera constante para todas las revolturas elaboradas, usando idénticos ingredientes y proporciones; se calcula de la ecuación:

$$T = \frac{P_1}{V}$$

En donde:

T= Peso teórico del concreto, considerándolo libre de aire, en Kg/m³.

P₁= Peso total de todos los materiales incluidos en una revoltura.

V= Volúmen total absoluto de los ingredientes que componen una revoltura en m³.

El volúmen absoluto de cada ingrediente, en metros-cúbicos, es igual al cociente del peso de dicho ingrediente en kilogramos, dividido entre mil veces el peso específico. Para los agregados, el peso volumétrico y el peso específico deben ser los que correspondan a la condición de saturados y superficialmente secos. El peso específico del cemento se determina de acuerdo con la " Determinación del Peso Específico de Cementos Hidráulicos "; puede considerarse un valor de 3.10 para el peso específico de los cementos.

CAPITULO IV. SISTEMAS PARA CONTROLAR Y VERIFICAR LA CALIDAD DEL CONCRETO PREMEZCLADO.

IV.1.- Propiedades y Pruebas al Concreto Endurecido.

El concreto es un material pétreo artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, del cemento, agregados y agua. El cemento y el agua forman una pasta que rodea a los agregados formando un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.

" Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, el concreto tiene a aumentar su resistencia y, en general, a mejorar sus características, con la edad. Este proceso de hidratación puede ser más o menos efectivo, según sean las condiciones de intercambio de agua con el ambiente después del colado. Por lo tanto, las propiedades del concreto endurecido, dependen de las condiciones de curado através del tiempo, no obstante como veremos más adelante, existen otros factores que afectan éstas."¹

La resistencia del concreto endurecido, se considera como su propiedad más importante, sin embargo, en algunos casos especiales, otras, propiedades, tales como: impermeabilidad, durabilidad, conductividad térmica, etc., -- pueden resultar más valiosas. Además, muchas de las características deseables del concreto, aunque no todas, se relacionan cualitativamente con su resistencia a la compresión, ya que ésta ofrece un panorama general de la calidad del concreto, porque está relacionada directamente con la estructura de la pasta de cemento endurecido. Sin embargo, la razón princi-

1) IMCYC. CONTROL DE CALIDAD. MEXICO, D.F. ENERO DE 1980.

pal consiste en la importancia intrínseca que tiene dicha resistencia en el comportamiento de las estructuras de concreto, bajo la gama total de sollicitaciones a que pueden quedar sujetas.

Las principales propiedades y características del concreto endurecido, son las siguientes:

- Resistencia a la Compresión Simple
- Resistencia a la Tensión
- Resistencia a la Flexión
- Resistencia al Esfuerzo Cortante
- Resistencia a la Compresión Triaxial
- Resistencia a la Torsión
- Resistencia al Impacto
- Resistencia a la Fatiga
- Resistencia al Intemperismo
- Resistencia a la Abrasión
- Resistencia al Fuego
- Adherencia
- Permeabilidad
- Durabilidad
- Conductividad Térmica y Acústica
- Flujo Plástico
- Absorción de Radiaciones
- Contracción por Hidratación del Cemento
- Contracción por Secado
- Expansión por Saturación
- Expansión por Reacción Química
- Expansión Térmica
- Módulo de Elasticidad a la Compresión
- Módulo de Elasticidad al Esfuerzo Cortante
- Coefficiente de Poisson
- Etc.

Las propiedades y características del concreto, puede o no ser afectadas directamente por los factores que influyen en la resistencia a la compresión; sin embargo, la mayoría de los factores que tienden a aumentar la resistencia a la compresión, tienden también, a mejorar las otras propiedades del concreto endurecido.

El objetivo principal del estudio del comportamiento del concreto es la obtención de las relaciones acción respuesta del material bajo la gama total de sollicitaciones a que puede quedar sujeto, estas características acción-respuesta pueden conocerse mediante curvas esfuerzo-deformación, obtenidas a partir de especímenes ensayados bajo distintas condiciones. En este caso el esfuerzo es comunmente una medida de la acción ejercida en el espécimen, y la deformación, una medida de la respuesta.

Para conocer el comportamiento del concreto simple es necesario determinar las curvas esfuerzo-deformación correspondiente a los distintos tipos de acciones a que puede estar sujeto. En el caso más general sería necesario analizar todas las combinaciones de acciones a que puede estar sujeto un elemento. Por lo general, solo se han establecido las relaciones esfuerzo-deformación para las combinaciones más comunes; es decir, sobre el comportamiento del concreto sujeto a estados uniaxiales de compresión y tensión, a estados de flexión, a estados biaxiales de compresión y tensión, y a estados triaxiales de compresión.

En las figuras 1, 2 y 3 pueden observarse, las curvas esfuerzo-deformación, para especímenes ensayados a compresión simple, tensión uniaxial y compresión triaxial, respectivamente.

Como anteriormente se indicó, el concreto presenta diferentes propiedades y características, en función de su composi-

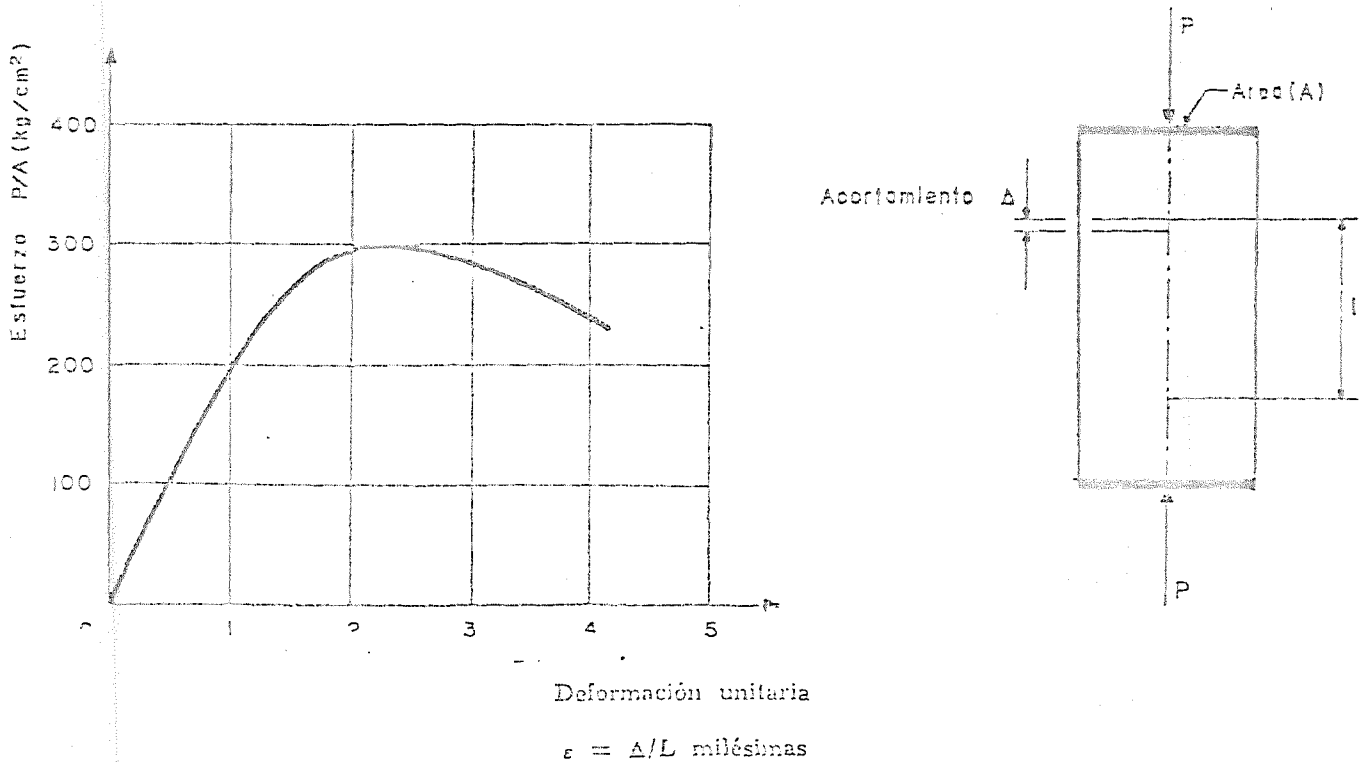


Fig. 1 Curva esfuerzo-deformación en compresión axial de un espécimen sujeto a carga de corta duración.

GRÁFICAS OBTENIDAS DE: SARH. MANUAL DE CONCRETO TOMO III. MEXICO, D.F., 1970.

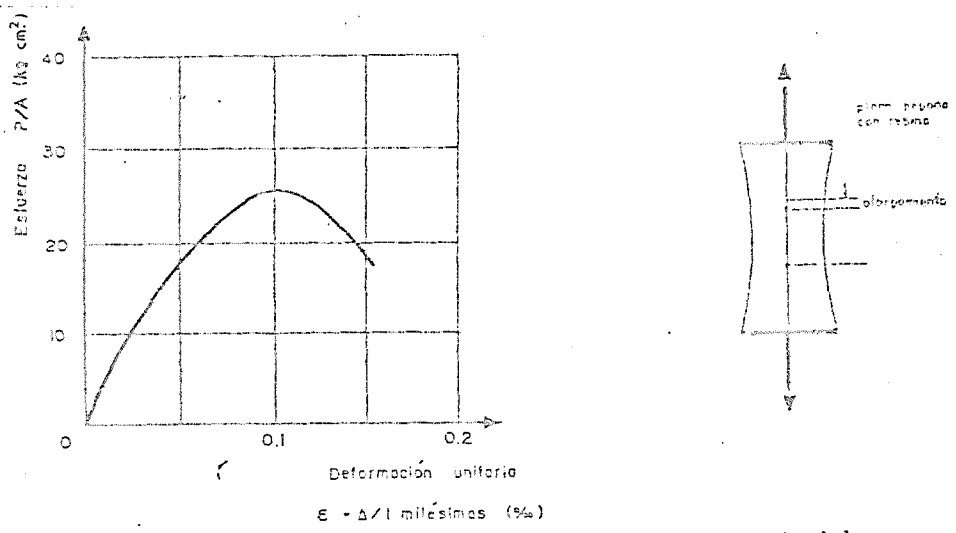


Fig. 2 Curva esfuerzo-deformación en tensión uniaxial.

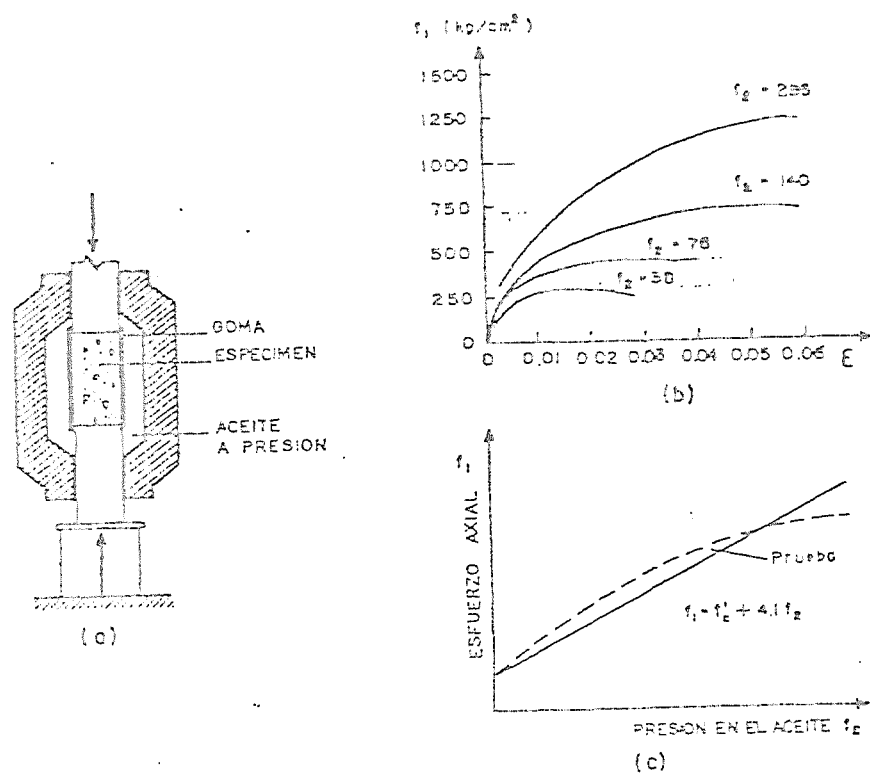


Fig- 3 Compresión triaxial (Brundtzaeg).

GRAFICAS OBTENIDAS EN: CARSA, GERENCIA TECNICA, AV. SAN ANTONIO 461.
MEXICO, 01180. D.F.

ción y proceso de fabricación, por lo tanto, es necesario tener un índice que relacione las propiedades del concreto con el comportamiento que puede esperarse de él.

Dicho índice debe reflejar las propiedades básicas del material en cuestión, desde el punto de vista estructural. Sin embargo, no es suficiente en todos los casos tener un solo índice de resistencia para definir todas las propiedades de resistencia y características del concreto, ya que, las relaciones entre las resistencias de éste, bajo distintas sollicitaciones no son constantes para cualquier valor de la resistencia índice; por ejemplo, como se observa en el figura 4, la resistencia en tensión del concreto simple no sigue una relación lineal con la resistencia a la compresión, para todo el rango de esta última. Sin embargo, el índice da idea de las cualidades que pueden esperarse del material.

Los índices de resistencia deben poder determinarse por procedimientos de ensaye sencillos y relativamente baratos, y que proporcionen resultados reproducibles. Este último requisito es fundamental. Además conviene que los índices de resistencia estén estandarizados para que sean comparables. Es decir, las características de los ensayes y de los especímenes deben fijarse con la mayor precisión posible de tal modo que se reduzcan a un mínimo los efectos de las variables secundarias que afectan los resultados de ensayes. La estandarización de los índices permite especificar con precisión la calidad de los materiales que se van a emplear o que se van a requerir.

Los índices de resistencia no sirven sólo para caracterizar las propiedades de los materiales, sino también para controlar la calidad durante su fabricación. Si el concreto fuese perfectamente uniforme, bastaría un solo ensaye para definir el índice seleccionado, pero, éste tiene características variables, y es esencialmente heterogéneo; por estas razones, es necesario

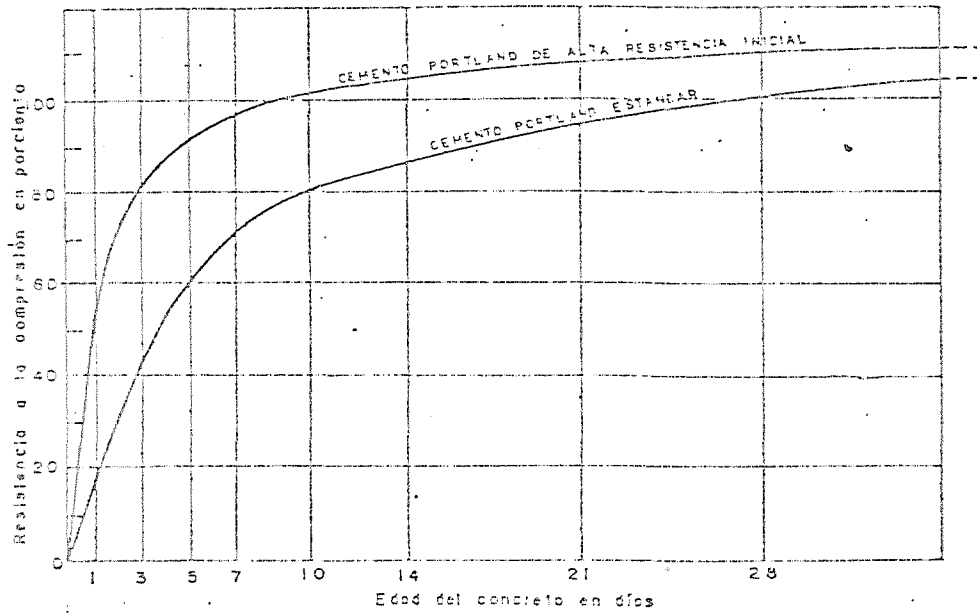


Fig. 4 . Variación de la resistencia con la edad.

GRÁFICA OBTENIDA EN: INCYC, CONTROL DE CALIDAD.
MEXICO, D.F., FEBRO DE 1980.

conocer el grado de uniformidad del material empleado.

Una vez establecido el grado de uniformidad de las propiedades del concreto es posible especificar racionalmente, a través del índice de resistencia, la calidad de éste. Durante la construcción será necesario comprobar que la calidad y uniformidad de los materiales es la especificada. Este es un problema de control de calidad.

Para verificar que los índices de resistencia y los requisitos especificados para el concreto, se cumplen satisfactoriamente, es necesario llevar a cabo; muestreos representativos, ensayos y mediciones adecuados y confiables, y finalmente, análisis estadísticos de los resultados obtenidos. Para poder realizar estos trabajos de una manera estándar y reproducible, existen Normas y Especificaciones, aprobadas por una Autoridad competente y reconocida, como lo son: La D.G.N., A.S.T.M., B.C., etc, o sea, Autoridades: Mexicanas, Americanas y Británicas, respectivamente. En estas Normas, se describen ampliamente: las especificaciones, procedimiento, aparatos y equipo, métodos de prueba, forma de cálculo e interpretación de los ensayos, e informe de resultados, necesarios para realizar correctamente dichos trabajos.

Por ejemplo, las Normas oficiales Mexicanas, D.G.N.-C-161 D.G.N.-C-160 y D.G.N.-C-83, describen los requisitos para realizar los trabajos de Muestreo de Concreto Fresco, Elaboración y Curado en Obra de Especímenes de Concreto para Ensayos de Compresión y Flexión, y Determinación de la Resistencia de la Compresión de Cilindros de Concreto, respectivamente. Así como se tienen estas Normas, se cuenta con todas las necesarias para realizar todos y cada uno de los trabajos de muestreo y ensayo de especímenes, de una forma estándar y reproducible, con el --

propósito de poder verificar el cumplimiento de las especificaciones de los índices de resistencia del concreto, y al mismo tiempo, llevar a cabo un adecuado control de calidad.

La más común de todas las pruebas de concreto endurecido es la prueba de resistencia a la compresión simple, lo cual en parte obedece a que es una prueba fácil de ejecutar y en parte a que muchas de las características deseables del concreto, -- aunque no todas, se relacionan cualitativamente con su resistencia; a un más, através de los años, se a correlacionado la resistencia a la compresión simple, con la resistencia de elementos estructurales de diversos tipos, sujetos a distintas solicitaciones.

Las pruebas de concreto endurecido pueden clasificarse en: Ensayes Destructivos y Ensayes No Destructivos. Las pruebas destructivas, se han venido usando desde hace muchos años, sin embargo, hasta la fecha, no existe una prueba de este tipo que sea mundialmente aceptada; de aquí, en diversos países se utilizan distintos métodos y técnicas. Por lo que respecta a pruebas no destructivas, ésta hacen posible probar repetidamente la misma muestra, y consecuentemente, estudiar la variación de las propiedades del concreto con el paso del tiempo.

A continuación se describen brevemente las pruebas de -- concreto endurecido que se usan comunmente en nuestro medio; -- Las pruebas Destructivas más comunes son: Prueba a la Compresión Simple, Prueba de Flexión, Prueba Brasileña de Tensión; -- Las Pruebas no Destructivas más comunes son: Prueba de Martillo de Rebote (Esclerómetro), Prueba de Resistencia a la Penetración (Pistola Windsor), Prueba de Pulso Ultrasónico, Prueba de la Compresión del concreto Endurecido; Prueba de corazones-extraídos del concreto Endurecido y Prueba de Extracción (Pull-

Out) En Concreto Endurecido; los tres últimos tipos de pruebas -- son considerados, por algunos autores, como prueba semidestructi-- vas.

IV.2.- PRUEBA A LA COMPRESION SIMPLE

No existe una convención aceptada universalmente sobre -- tipo de espécimen es el mejor para realizar ensayos en compresión Comúnmente se usan especímenes de tres tipos: cilindros, cubos y prismas.

" En nuestro medio, y en numerosos países del mundo, se -- usan cilindros con una relación de esbeltez igual a dos. En es-- tructuras de concreto reforzado el espécimen usual es el cilin-- dro de 15 x 30 cm. En estructuras construidas con concreto en ma-- sa, donde se usan agregados de gran tamaño (10 a 15 cm), se usan cilindros de 30 x 60 cm, y en ocasiones moldes hasta de 60 x 120 cm, para establecer índices de resistencia. Siguiendo la notación norteamericana, se acostumbra designar con $f'c$ la resistencia a la compresión de un cilindro estándar a los 28 días, o a la edad en que el concreto vaya a recibir su carga de servicio."²

En muchos países de Europa se usan cubos para obtener un índice de resistencia del concreto a la compresión. Las dimensio-- nes de los cubos varían entre 10 y 30 cm, de lado, según los -- países. Algunas veces se utilizan también prismas de concreto -- simple, ensayados con la dirección de la carga paralela al eje -- longitudinal del prisma.

Tanto cilindros como cubos y prismas tienen ventajas y -- desventajas, pero la tendencia actual parece inclinarse hacia el uso del cilindro. Para lograr una prueba aceptable a la compre-- sión es necesario que las cabezas de la máquina de ensaye estén-- totalmente en contacto con las superficies del espécimen en em--

bos extremos, de manera que la presión ejercida sea la más uniforme posible. Esto se logra fácilmente si el espécimen es un cubo o un prisma, y se ha fabricado en un molde de acero con las caras pulidas y a escuadra. Las caras del espécimen que están en contacto con las del molde son suficientemente planas para lograr una distribución satisfactoria de compresiones, sin necesidad de ningún artificio adicional. Otra ventaja del uso de cubos y prismas es su facilidad de almacenamiento, problema que llega a ser importante en casos en que el número de especímenes es muy grande.

Por otra parte, los cilindros se fabrican generalmente en moldes de acero apoyados en una placa en su cara inferior y libres en su parte superior, donde es necesario dar un acabado manualmente.

Este queda en general demasiado rugoso para que pueda apoyarse directamente la cabeza de máquina de ensaye. Salvo en casos en que se ha tenido mucho cuidado y se ha trabajado el extremo del concreto fresco con una placa de acero, como es en el caso en que se use el Molde cilíndrico de Thavlow, que se muestra en la Figura 1. O bien se ha pulido la superficie rugosa, es necesario dar una preparación a los extremos del cilindro para poder asegurar que la presión quede uniformemente distribuida y que la dirección de carga sea paralela al eje del cilindro. Esta operación llamada cabeceado, y que consiste en aplicar un cierto material, generalmente azufre o pasta de cemento, a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo, prolongada el tiempo necesario para la preparación del ensaye, e introduce una variable adicional en los resultados: El material y la forma del cabeceado. En la Figura 2, se muestra la influencia del tipo de material de cabeceo sobre la resistencia.

Debido a la simetría del espécimen con respecto a cualquier plano diametral, si el contacto entre la máquina y el cilindro es-

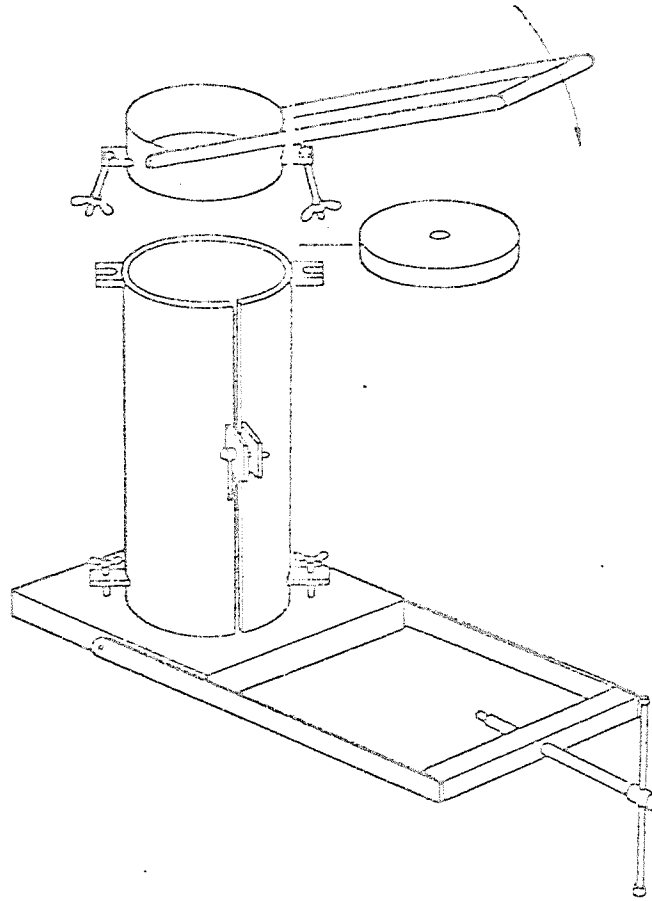
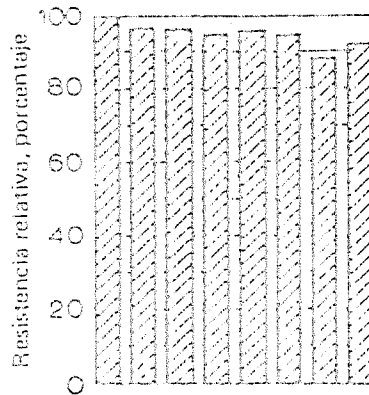
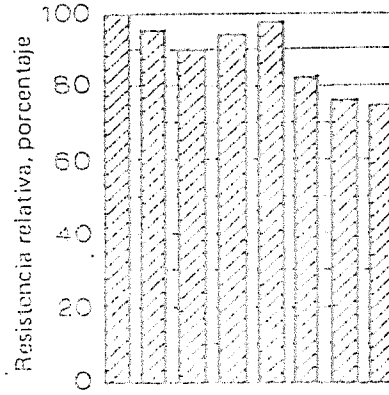


Fig. 1. Mulde cilíndrico de Thaulow.



Cemento aluminoso
 Yeso tipo A
 Yeso tipo B
 Mezcla de azufre tipo A
 Mezcla de azufre tipo B
 Azufre puro
 Yeso de París
 Yeso de París y cemento portland



Cemento aluminoso
 Yeso tipo A
 Yeso tipo B
 Mezcla de azufre tipo A
 Mezcla de azufre tipo B
 Azufre puro
 Yeso de París
 Yeso de París y cemento portland

Concreto de baja resistencia

Concreto de alta resistencia

Fig. 2. Influencia del tipo de material de cabeza sobre la resistencia de concretos de baja y alta resistencia.

adecuado, la distribución de compresiones en la sección transversal de un cilindro es más uniforme que en la sección transversal de un cubo o de un prisma. Además estos últimos se ensayan con la dirección de la carga perpendicular a la dirección del colado, lo que algunos autores consideran que es poco representativo del trabajo del concreto en columnas en una estructura real.

Las platinas de la máquina de prueba, deben cumplir con ciertas especificaciones, como puede observarse en la figura - 3 , con el propósito de aplicar un esfuerzo de compresión uniforme. Cabe hacer notar que, la máquina de prueba, también deberá cumplir determinadas especificaciones en cuanto a su estructura, y forma y velocidad de aplicación de carga.

Otra ventaja importante de los cilindros sobre los cubos es la disminución del efecto de confinamiento y de la restricción al desplazamiento lateral por fricción de los extremos contra la máquina. Por su mayor relación de esbeltez estos efectos son mucho menores que en los cubos, ya que las secciones medias del cilindro están menos afectadas por las condiciones en los extremos.

Una vez seleccionado el tipo de espécimen es necesario fijar con gran detalle las condiciones de muestreo, fabricación curado y ensayo. Entre estas últimas tiene particular importancia la velocidad de carga, como puede observarse en la figura- 4.

En nuestro medio, las normas usuales están basadas, entre otras, en las ASTM C-31, C-39, C-172 Y C-192.

En la tabla de la figura 4 , se presentan factores de corrección para obtener la resistencia de un cilindro de 15x30 cm. a partir de la obtenida con un espécimen de otra forma o -

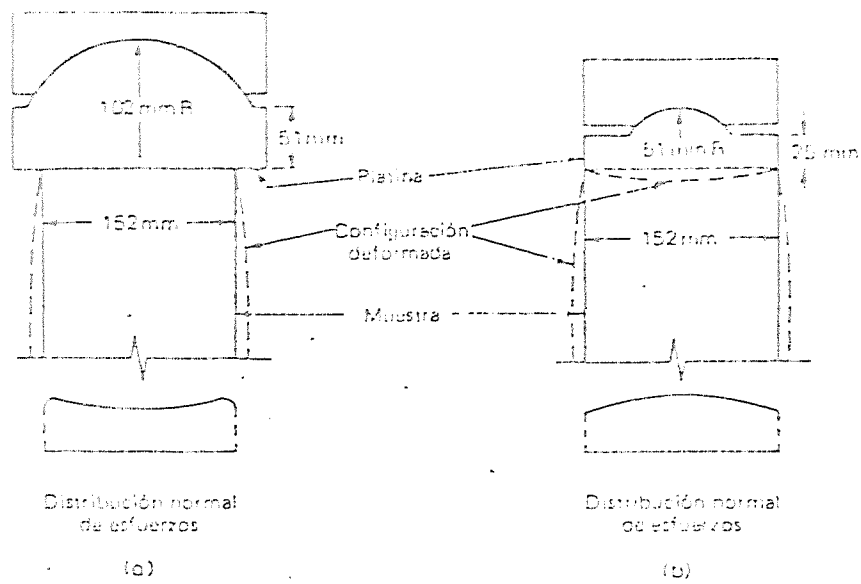
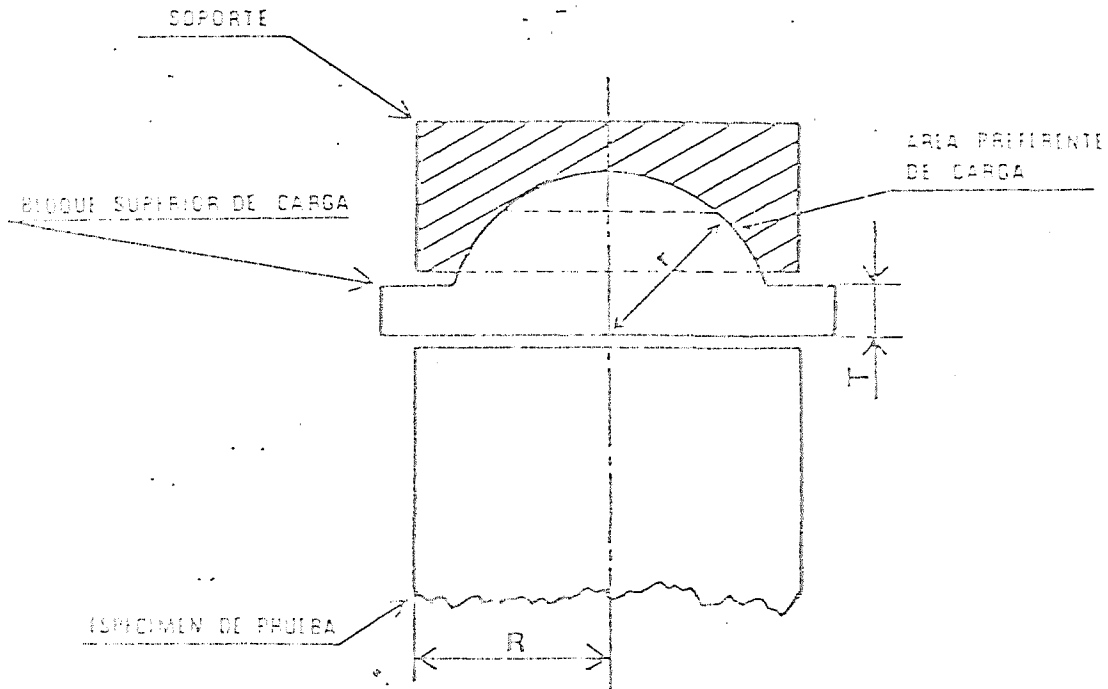


Fig. 3. Distribución normal de esfuerzos cerca de los extremos de las muestras cuando se prueban en una máquina con (a) platinas duras, (b) platinas blandas



T no debe ser menor que
 GRÁFICA OBTENIDA DE: SARH, MANUAL DE CONCRETO, TOMO II,
 MEXICO, D.F., 1970.

FACTORES DE EQUIVALENCIA PARA ENSAYES
A LA COMPRESION

Especimen	Dimensiones cm	Factores por los que se deben multiplicar las resistencias de un espécimen para obtener las equivalentes de un cilindro de 15 x 30 cm.	
		Variación normal	Valor medio aceptable
Cilindro	15 x 30	—	1.00
	10 x 20	0.84 -- 1.00	0.97
	25 x 50	1.00 -- 1.10	1.05
Cubo	10	0.70 -- 0.90	0.80
	15	0.70 -- 0.90	0.80
	20	0.75 -- 0.90	0.83
	30	0.80 -- 1.00	0.90
Prisma	15 x 15 x 45	0.90 -- 1.20	1.05
	20 x 20 x 60	0.90 -- 1.20	1.05

Fig. 4.

TABLA OBTENIDA DE: ENIG. Y ANALISEC. MANUAL PARA MUESTREO
DE CONCRETO.

dimensiones, para concretos fabricados con cemento normal y en sayados a los 28 días.

Aún cuando se sigan cuidadosamente las especificaciones y el proceso sea realizado por operadores experimentados, los resultados que se obtengan no serán uniformes.

Siempre existirá dispersión en los dados, como en cualquier -- proceso de medición. Estas dispersiones pueden ser inherentes al tipo de ensaye, debidas a errores accidentales o a la no -- uniformidad del material ensayado.

A continuación veremos algunos factores, que afectan directamente a los resultados obtenidos en espécimenos de ensaye. Algunos de estos factores no solamente afectan a los resultados de pruebas a la compresión, sino también, a los resultados obtenidos en otro tipo de ensayes, como son de tensión y flexión, -- aún más, aunque en menor número, a los resultados obtenidos en pruebas no destructivas.

— Efecto de las condiciones de curado:

Las condiciones del curado influyen en forma importante -- en la resistencia aparente a la compresión de un espécimen de -- control, como puede observarse en un ensaye. El proceso de -- curado está especificado en las normas. Sin embargo, según sea el propósito del índice de resistencia, se pueden aplicar condiciones distintas de curado. En general, son válidos dos criterios. En el primero, empleado para comparar distintos concretos a lo largo del tiempo, se especifica un curado de laboratorio -- en un cuarto húmedo por un número determinado de días en que la temperatura y la humedad se mantienen dentro de ciertos límites. Pero si se quiere tener idea de la resistencia a la compresión del concreto tal y como está expuesto en la estructura, se someten los espécimenos al mismo tiempo de curado y ambiente al --

que está expuesta la estructura.

—Efecto de la esbeltez:

El efecto de la relación de esbeltez sobre la resistencia a la compresión de un prisma se muestra cualitativamente en la figura 5., en la que arbitrariamente se ha tomado como 100 por ciento la resistencia de un espécimen con relación de esbeltez igual a 2. como medida de la esbeltez se toma la relación de la longitud en la dirección de la carga al lado menor de un prisma, o al diámetro de un cilindro.

Para esbelteces mayores que 2, la resistencia baja, hasta llegar al 85 por ciento, aproximadamente, para esbelteces de 6 o más. Por el contrario, para especímenes de esbelteces menores que 2, la resistencia aumenta indefinidamente, y en teoría sería infinita para un espécimen de altura nula.

En las Normas A.S.T.M. Y B.S., se proponen los factores de corrección por esbeltez, que se muestran en la figura 6., pero, se ha encontrado que la corrección depende también, del nivel de resistencia del concreto, como puede observarse en la figura 7., Por lo que, en lo futuro deberá considerarse el nivel de resistencia en la corrección por esbeltez.

—Efecto de la velocidad de carga:

La figura 8., muestra resultados de ensayos de cilindros realizados a distintas velocidades de carga. En este tipo de ensayos se aplico la carga a una velocidad constante y se midió el tiempo necesario para alcanzar la resistencia; pudiéndose observar que, el valor de la carga máxima de compresión, aumenta conforme aumenta la velocidad de carga. En esta misma figura, se muestra que las pendientes de las tangentes iniciales a las curvas crecen al aumentar la velocidad. No fue posi-

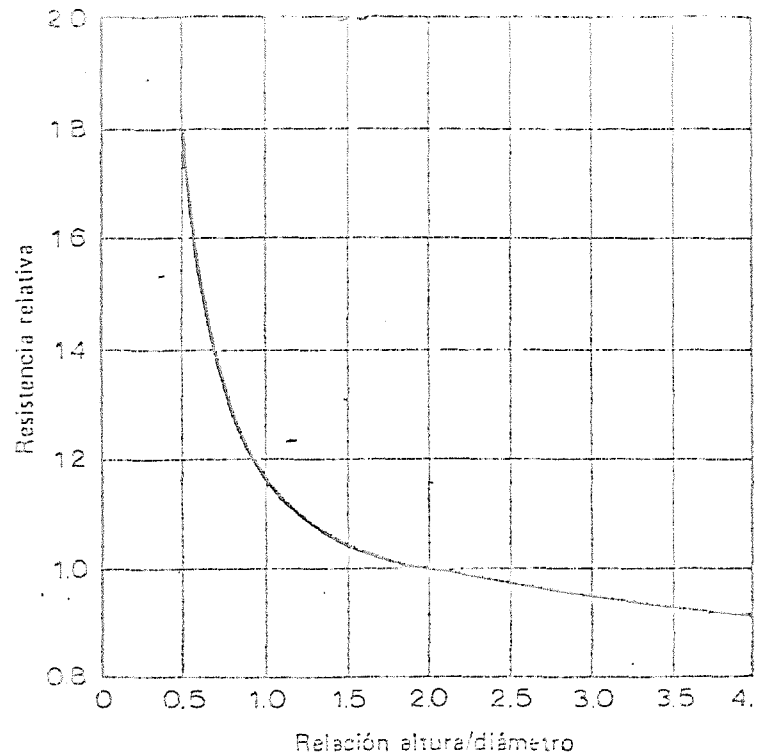


Fig. 5. Pauta general de la influencia de la relación altura/diámetro sobre la resistencia de un cilindro

GRANTOS OBTENIDAS EN: SARE. MANUAL DE CONCRETO TOMCI. MEXICO, D.F., 1970.

Fig. 6. Factores estándar de corrección para la resistencia de cilindros con diferentes relaciones de altura a diámetro.

Relación de la altura al diámetro ($\frac{h}{d}$)	Factor de corrección de la resistencia	
	A.S.T.M. C 42-68	B.S. 1881: 1970
2.00	1.00	1.00
1.75	0.99	0.98
1.50	0.97	0.96
1.25	0.94	0.94
1.00	0.91	0.92

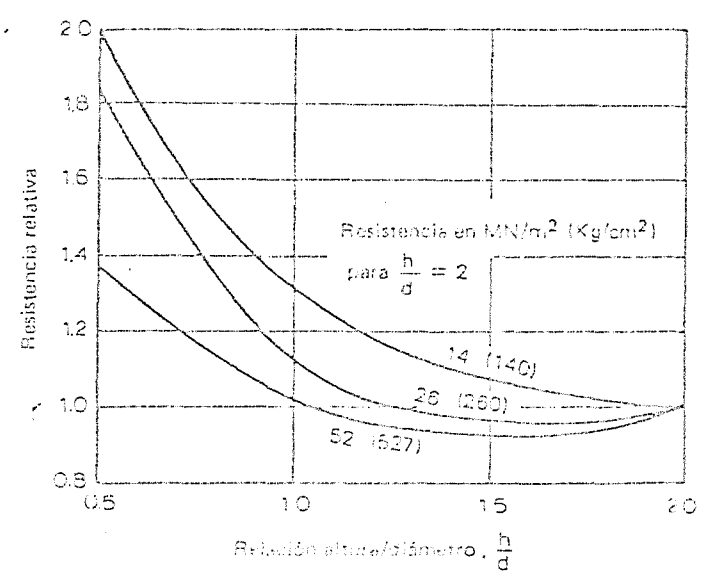


Fig. 7. La influencia de la relación altura/diámetro sobre la resistencia de un cilindro, a distintos niveles de resistencia.

ble determinar en todos los casos la rama descendente. Al igual que otros tipos de ensaye, las deformaciones correspondientes a las cargas máximas son del orden de 2 milésimas.

En la figura 9., se muestra la influencia de la velocidad de carga en los resultados obtenidos en pruebas de flexión, y se observa que, el valor del módulo de ruptura, aumenta conforme aumenta la velocidad de carga.

—Efecto de la velocidad de deformación:

La figura 10., muestra curvas obtenidas ensayando cilindros a distintas velocidades de deformación, desde una milésima de deformación unitaria por minuto hasta una milésima por 100 días. Como puede apreciarse, esta variable tiene un efecto notable sobre las características de la curva esfuerzo-deformación, es muy grande, la rama descendente es brusca, en tanto que si la deformación se aplica lentamente, la rama descendente es bastante suave. La deformación unitaria correspondiente a la carga máxima sigue siendo del orden de 2 milésimas. Puede observarse que la resistencia disminuye muy poco con incrementos importantes en la duración del ensaye.

—Efecto de las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba:

La resistencia de las muestras en prueba de compresión se eleva con el secado. Esto resulta de interés porque las muestras tanto de compresión como de tensión, desarrollan grietas de tensión bajo la acción de la carga, de modo que puede esperarse que la influencia del secado sea parecida en uno y en otro caso. Por el contrario si las muestras secas se humedecen antes de la prueba, se reduce su resistencia.

La influencia cuantitativa del secado es variable: en-

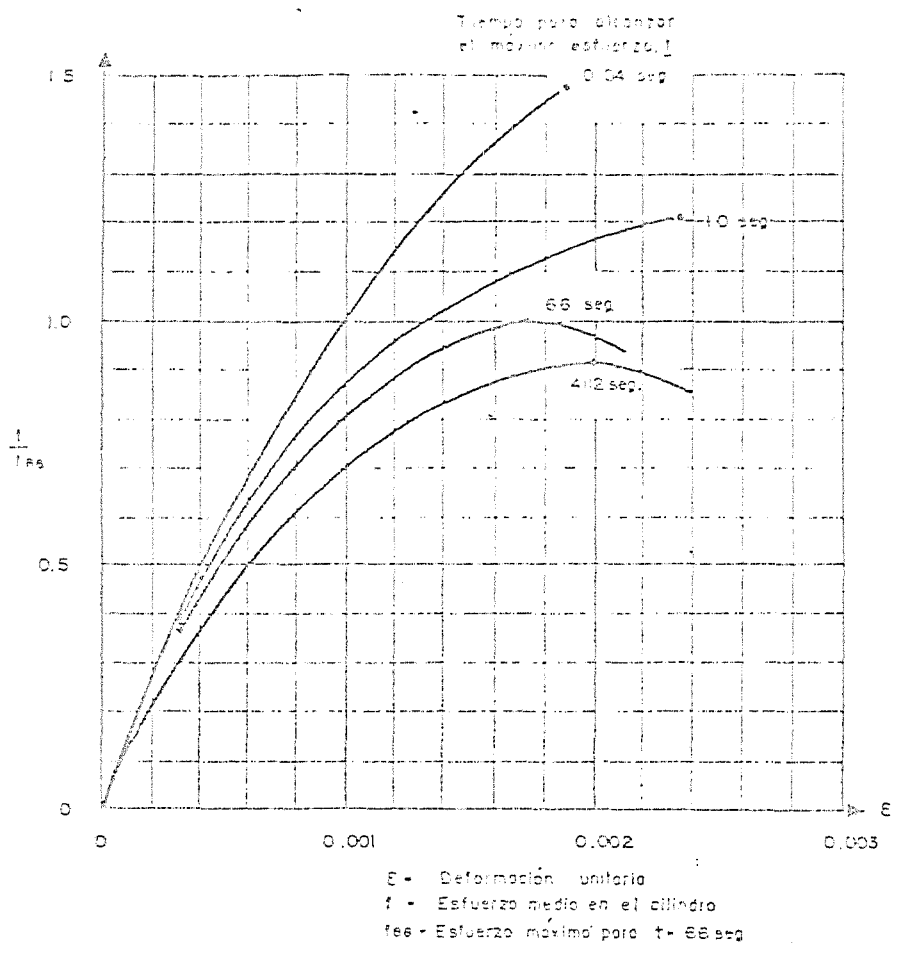


Fig. 8 Efecto de la velocidad de carga

GRÁFICAS OBTENIDAS EN: TIPOYO. CONTROL DE CALIDAD, MÉXICO, D.F. ENERO DE 1960.

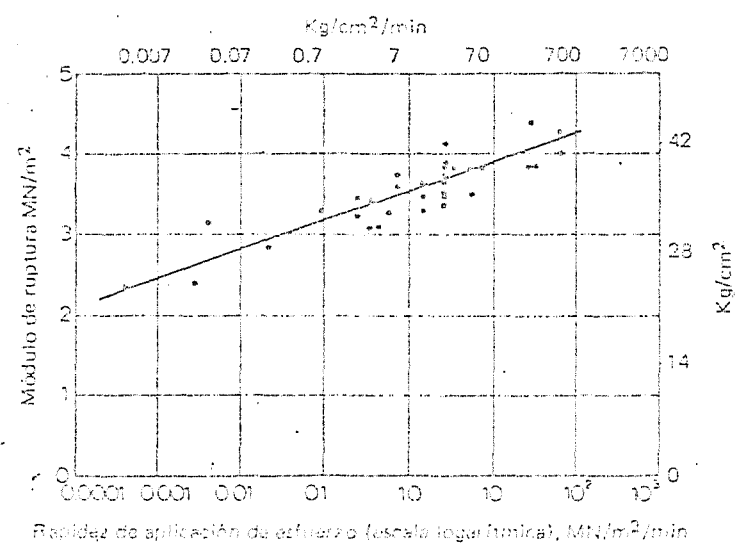


Fig. 9 Influencia de la rapidez de aplicación de la carga sobre el módulo de ruptura del concreto.

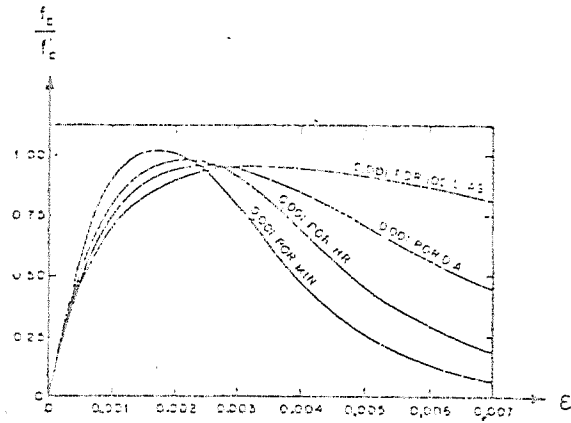


Fig. 10 Efecto de la velocidad de deformación (Rüsch).

GRÁFICAS OBTENIDAS EN: INCYC, CONTROL DE CALIDAD,
MEXICO, D.F., FEBRO DE 1960.

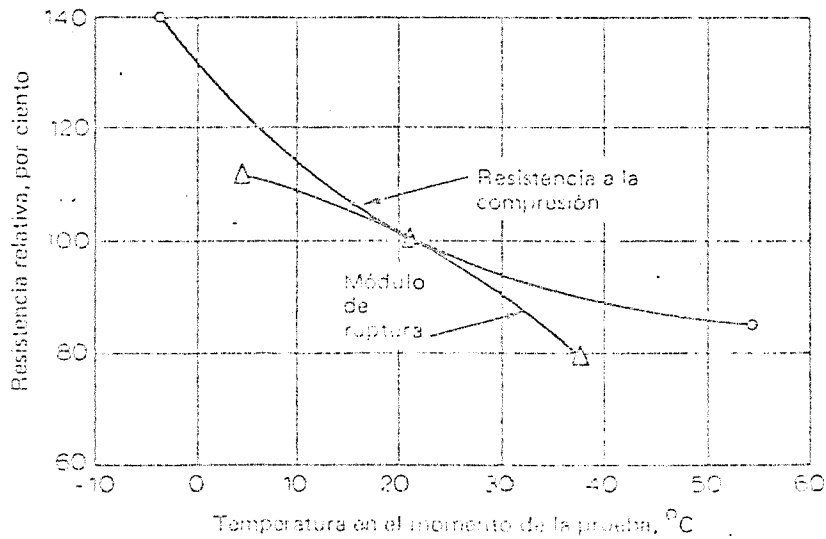


Figura 11. Influencia de la temperatura sobre la resistencia en el momento de la prueba.

concretos de 350 kg/cm², se han registrado incrementos en resistencia a la compresión hasta del 10 por ciento con un secado completo, pero si el período de secado es menor de 6 horas, el aumento no suele exceder del 5 por ciento. El secado de cilindros utilizados en la prueba brasileña produce una variación proporcionalmente mayor en la resistencia.

La temperatura de la muestra en el momento de la prueba (La cual debe diferenciarse de la temperatura en el momento del curado), afecta la resistencia, y las temperaturas altas conducen a una resistencia registrada menor, tanto en el caso de las muestras de compresión como de flexión, como puede observarse en la figura 11.

Por lo anterior, cabe hacer hincapié en que, los especímenes de prueba, deberán ser procesados y ensayados, de acuerdo a las Normas correspondientes, con el propósito de obtener resultados reproducibles y confiables.

—Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia.

Como el concreto está compuesto por elementos de resistencias variables resulta sensato suponer que cuando mayor sea el volumen del concreto sometido a esfuerzo, aumentará la probabilidad de que contenga un elemento de una resistencia extrema (En los niveles inferiores). En consecuencia, la resistencia medida en un espécimen, disminuye en relación al aumento de su tamaño.

En la figura 12., se ve que tanto la resistencia media como la dispersión disminuyen al aumentar el tamaño del espécimen.

En prismas y cilindros se ha observado un comportamiento, como el mostrado en la figura 13., Resulta interesante anotar que el efecto del tamaño desaparece al sobrepasarse un determinado tamaño, de modo que todo incremento ulterior en el tamaño

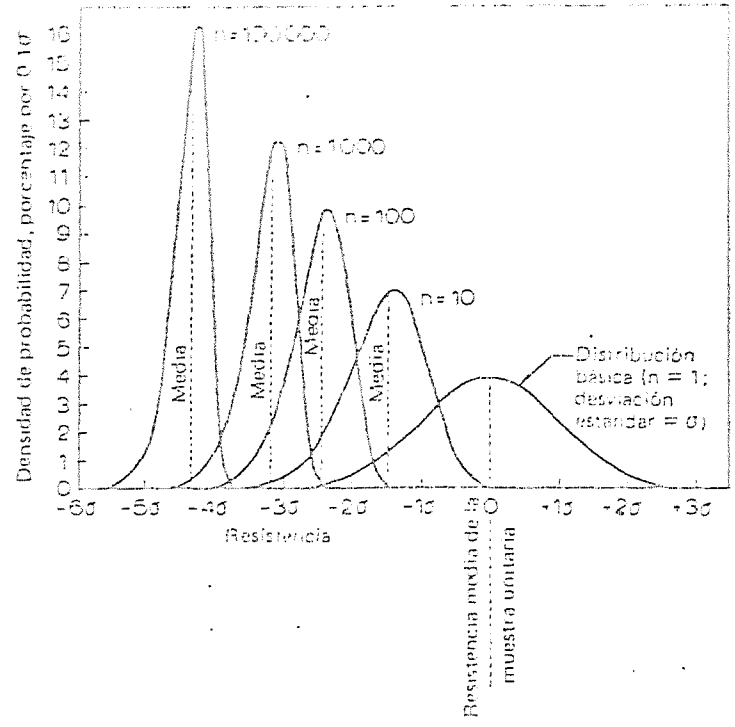


Fig. 12. Distribución de resistencia en muestras de tamaño n , respecto a una distribución normal básica.

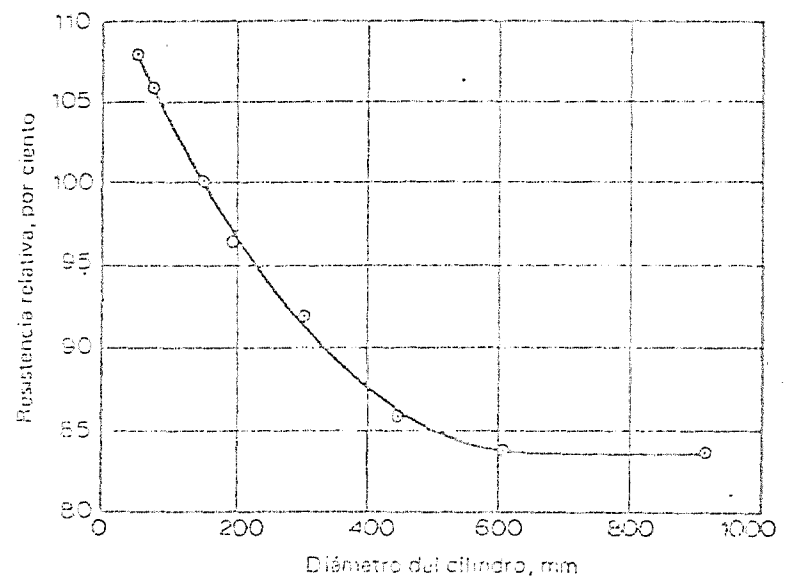


Fig. 13. Resistencia a la compresión de cilindros de diferentes tamaños.

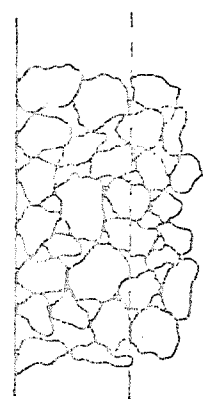


Fig 14. "Efecto de pared".

de un elemento no causa ya reducción alguna en su resistencia. De acuerdo con el Bureau Of Reclamation, a partir de un diámetro - determinado, en este caso 45 cm, la resistencia obtenida en cilindros de mayor diámetro que este es la misma.

Estos datos experimentales tienen interés, pues podemos especular que si se extrapola en el efecto del tamaño a estructuras muy grandes, habría que prever una resistencia peligrosamente baja. Es evidente que tal temor es infundado.

— Efecto del tamaño del molde y tamaño del agregado:

Resulta claro que una muestra de prueba debe ser apreciablemente mayor que el máximo tamaño de las partículas de agregado en el concreto. Diversas autoridades recomiendan distintos valores para la relación de la dimensión mínima de la muestra al tamaño máximo del agregado. En general, se acepta como satisfactorio un valor entre 3 y 4.

La Limitación del tamaño procede del "Efecto de Pared", - la pared del molde, influye sobre el empaque del concreto, porque la cantidad de mortero necesaria para llenar el espacio entre las partículas del agregado grueso y la pared es mayor que la necesaria en el interior de la masa y, por consiguiente, se excede el mortero que corresponde a una mezcla bien proporcionada como se muestra en la figura 14.,

El efecto de pared es más pronunciado a medida que crece la superficie/volumen de la muestra y es por consiguiente, menor en las muestras de pruebas de flexión que en los cubos o los cilindros.

— Efecto de la edad:

Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, - el concreto aumenta su resistencia con la edad. En la figura 15.,

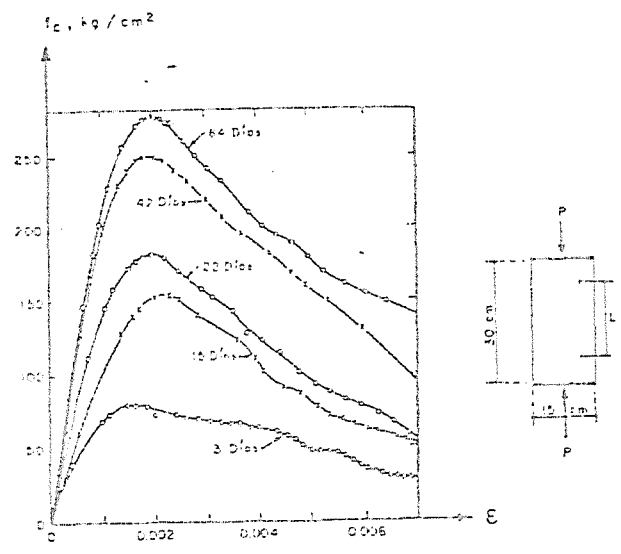


Fig. 15. Efecto de la edad al ensayar en la resistencia.

GRÁFICAS OBTENIDAS EN: IMCYC. CONTROL DE CALIDAD, MEXICO, D.F. ENERO DE 1960.

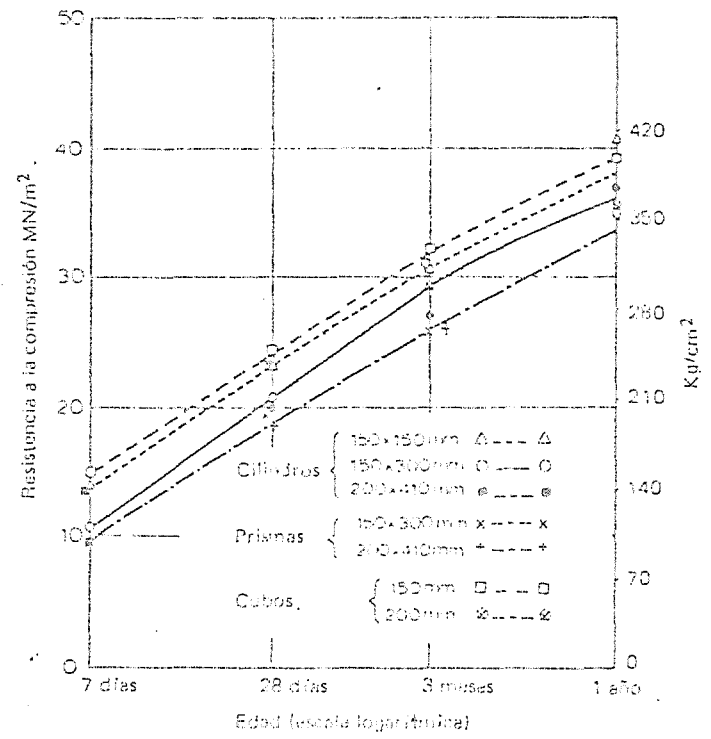


Fig. 16. Efecto de la edad sobre la resistencia y la compresión de muestras de diferentes formas y tamaños (mezcla 1:3 en volumen).

se muestran las curvas esfuerzo-deformación de cilindros de 15 x 30 cm, fabricados de un mismo concreto, ensayados a -- distintas edades, todos los cilindros fueron curados en las mismas condiciones hasta el día del ensayo.

En la figura 16., se muestra el efecto de la edad -- sobre la resistencia a la compresión de muestras de diferentes formas y tamaños, pudiéndose observar la efectividad -- del curado en éstos, ya que todos los especímenes representaron aumentos de resistencia a igual velocidad.

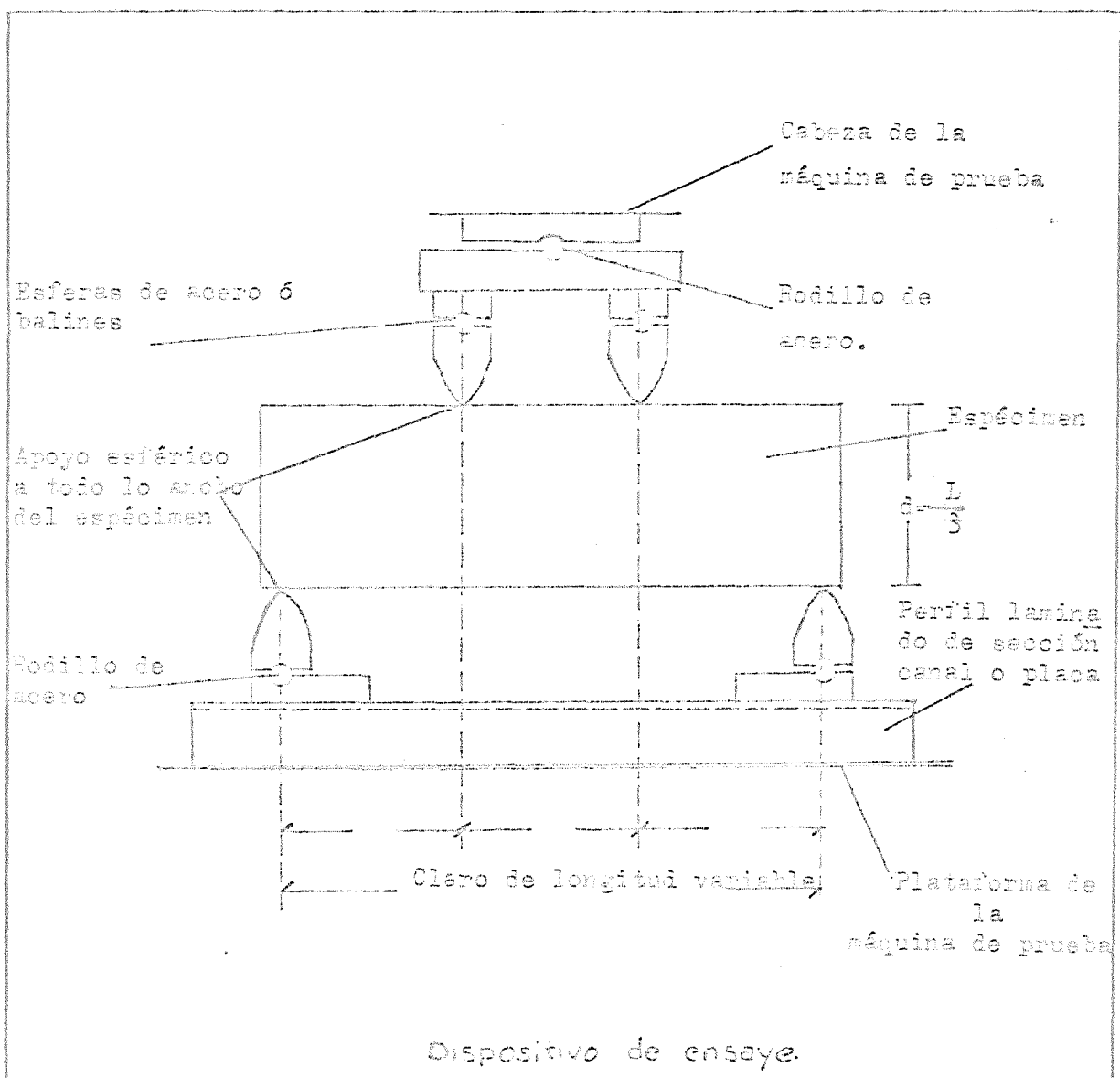
Aquí notamos claramente, la necesidad de especificar a que edad deben ser ensayados los espécimenes, ya que un -- resultado de resistencia, sin anotar la edad del espécimen, carece de valor.

IV.-3.- PRUEBA DE FLEXION

Resulta difícil hacer una aplicación directa de una fuerza de tensión pura, sin excentricidad, y la situación -- se ve complicada por los esfuerzos secundarios inducidos -- por las prensas. Por consiguiente, no existe ninguna prueba estándar dónde se utilice tensión directa, como la mostrada en la figura 1.

Debido a estas dificultades, resulta preferible me-- dir la resistencia a la tensión del concreto sometiendo a -- la flexión una viga de concreto simple. De hecho, ésta constituye la única prueba estándar de tensión. El esfuerzo de tensión máxima que se alcanza teóricamente en la fibra del fondo de la viga de prueba se llama "Módulo de ruptura".

El índice de resistencia a la flexión de concreto -- simple se obtiene del ensayo de vigas de sección cuadrada, -- simplemente apoyadas y sujetas a una o dos cargas concentrada



<p>MOI-C-191.</p>	<p>DIRECCION GENERAL DE NORMAS</p>	<p>ESC: No.</p>
<p>FIG. 1.</p>	<p>DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO</p>	<p>ACOT: No.</p>
	<p>USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGAS EN LOS TERCIOS.</p>	

das, como puede observarse en la figura 1. Como en el caso de Pruebas de resistencia a la compresión, existen Normas en las cuales se especifica también el modo de muestreo, el curado y las condiciones del ensaye, en nuestro medio, las normas usuales estén basadas, en otras, en las A.S.T.M.-C-31, C-293 y - - C-78.

La resistencia en la flexión es mayor en especímenes sujetos a una carga concentrada que en aquellos sujetos a dos -- cargas simétricas porque en el segundo caso la zona de esfuer--zos máximos se presentan en una porción mayor del espécimen, lo que aumenta las posibilidades de que una región de menor resistencia que la promedio se encuentre en dicha zona: como puede -- observarse en la figura 2., donde se presentan los resultados de módulos de ruptura de vigas de diferentes tamaños, sometidas a cargas concentradas en el centro y a los tercios del claro.

Normalmente las vigas se prueban sobre su costado, en -- relación con la posición de su elaboración. Siempre y cuando no haya segregación en el concreto, la posición de la viga en la -- prueba, relacionada con la posición de su elaboración no afecta el módulo de ruptura.

La resistencia a la flexión se usa como índice de la -- resistencia de pavimentos de concreto simple. No obstante, el -- prisma de concreto simple se usa también para medir la resisten--cia del concreto en tensión originada por flexión. En este caso los valores que se obtienen son mayores que los obtenidos de -- ensayos en tensión uniaxial, como puede observarse en la figura 3.

IV.-4.- PRUEBA BRASILEÑA DE TENSION

Se mencionaron anteriormente, las dificultades que exis--ten para realizar un ensaye en tensión uniaxial. El inconvenien--

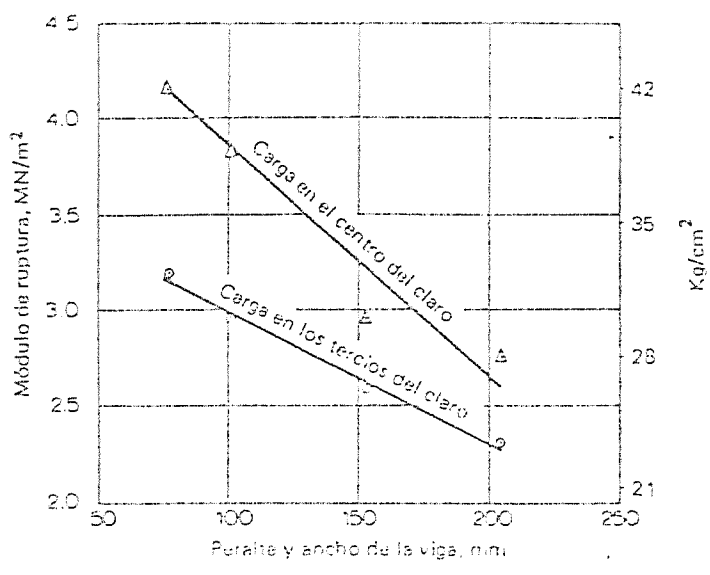


Fig. 2: Módulo de ruptura de vigas de diferentes tamaños, sometidas a cargas concentradas en el centro y a los tercios del claro.

GRÁFICAS COMPAÑÍA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE CALIDAD, MEXICO, D.F.,
ENERO DE 1980.

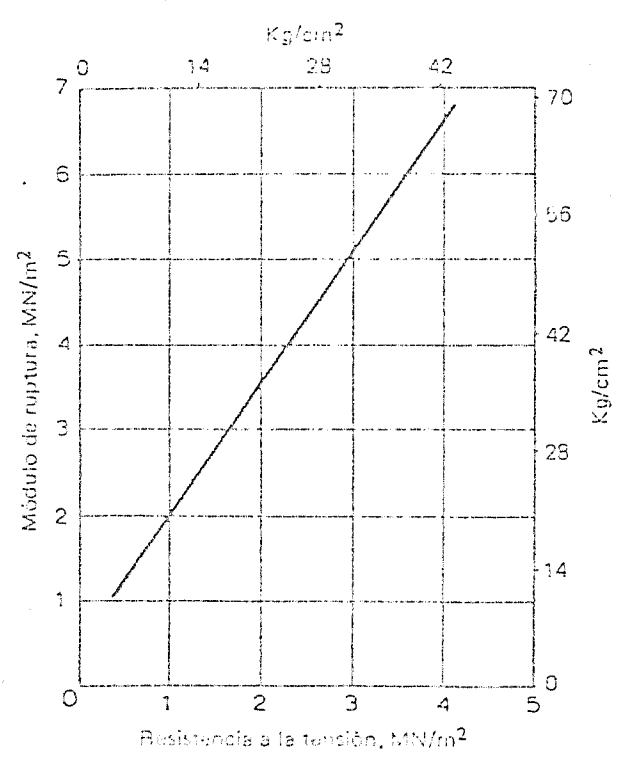


Fig. 3. Relación entre el módulo de ruptura y la resistencia en tensión directa.

te principal es que el tipo de ensaye es difícil de realizar y los resultados son pocos reproducibles. Por lo tanto este ensaye no satisface las características básicas para obtener índices de resistencia.

Un método indirecto de aplicar la tensión, en forma de separación longitudinal, es la prueba brasileña, llamada así - por deberse a Fernando Carneiro, de Brasil, aun cuando independientemente, también se desarrolló en Japón.

En esta prueba, un cilindro de concreto de los que se utilizan para las pruebas de compresión se coloca con su eje en posición horizontal entre las platinas de una máquina de prueba, y se aumenta la carga hasta observar una falla de separación por compresión a lo largo del diámetro vertical.

En esencia consiste en someter un cilindro a compresión lineal diametral, como se muestra en la figura 25-a, la carga se aplica a través de un material relativamente suave, como triplay o corcho. Si el material fuera perfectamente elástico, se originarían esfuerzos de tensión uniformemente distribuidos en la mayor parte del plano diametral de carga, como se muestra en la figura 4.,. La resistencia en tensión se calcula con la expresión.

$$f_t = \frac{2P}{\pi DL}$$

Dónde P = Carga máxima
 D = Diámetro del espécimen
 L = Longitud del espécimen

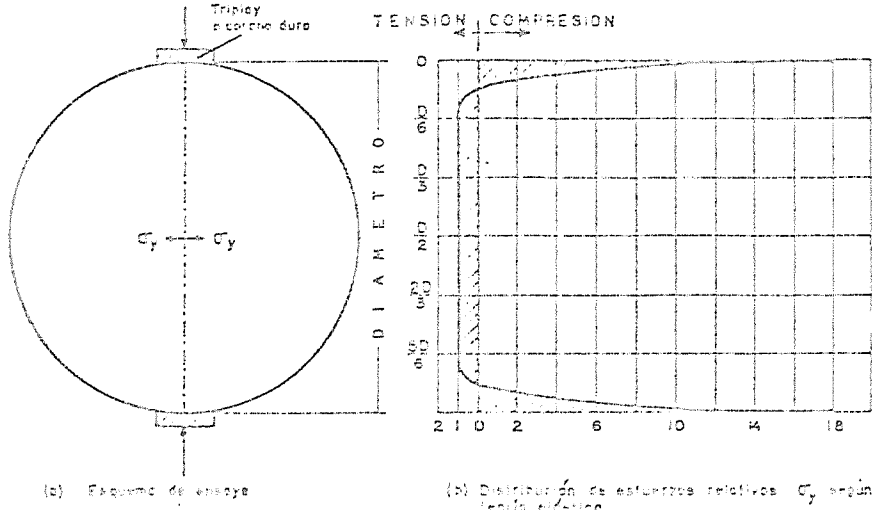


Fig. 4. Distribución de esfuerzos y tipo de carga en tensión indirecta.

$$f_r = \frac{2P}{\pi DL}$$

- P = carga máxima
- D = diámetro del espécimen
- L = longitud del espécimen

GRAFICA OBTENIDA DE: SARH. MANUAL DE CONCRETO, TOMO I. MEXICO, D.F. 1970.

Como en los casos anteriores, el muestreo, curado y ensayado de los especímenes, deberá realizarse de acuerdo con las Normas establecidas, que para esta prueba están basadas, entre otras, en la ASTM-C-496

Cuando se realiza la prueba brasileña, las platinas de la máquina de prueba no deben girar en un plano perpendicular al eje del cilindro, aunque conviene permitir un ligero movimiento en el plano vertical que contiene el eje, a fin de dar lugar a la posible falta de paralelismo de las generatrices del cilindro. Esto puede lograrse mediante un dispositivo simple de rodillo colocado entre una platina y el cilindro. La rapidez de carga se prescribe en la Norma ASTM-C496. En la figura 13-a, se presentan los resultados de prueba brasileñas, para diversos niveles de resistencia a la compresión. Cabe hacer notas que la relación obtenida no es lineal.

La prueba brasileña es fácil de efectuar y produce resultados más uniformes que otras pruebas de tensión, como puede observarse en la tabla de Figura 13-b. La resistencia determinada en la prueba brasileña es, según se cree, más apegada a la verdadera resistencia a la tensión del concreto que en el módulo de ruptura; la resistencia a la tensión longitudinal es del 5 al 12% más alta que la resistencia a la tensión directa. Otra de las ventajas de la prueba brasileña consiste en que se puede usar el mismo tipo de muestra para las pruebas de compresión y de tensión.

IV.-5.- PRUEBA DE CORAZONES

Cuando por algún motivo existen dudas sobre la resistencia de un elemento de concreto, se procede a extraer un corazón por medio de una herramienta cortante giratoria con diamante en sus bordes, estos especímenes pueden ser cilíndricos o prismati

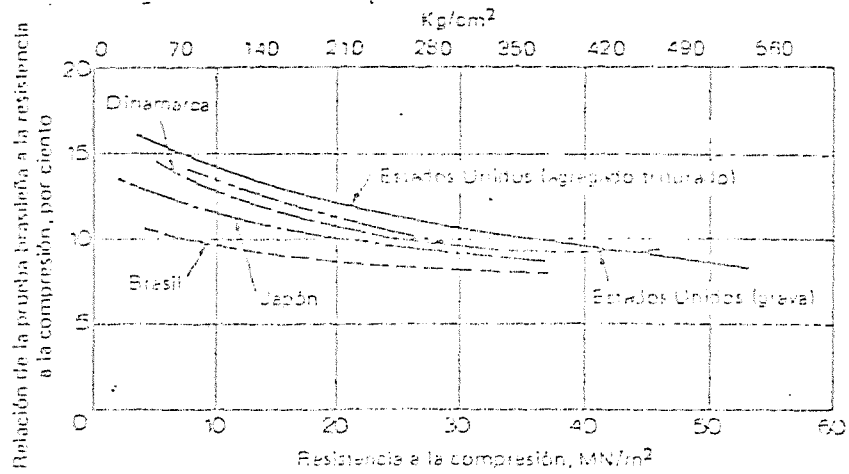


Fig. 5. Resistencia a la tensión por separación de cilindros de diversos niveles de resistencia a la compresión.

CÁPIULOS OBTENIDAS DE: E. G. C. CONTROL DE CALIDAD, MEXICO, D.F. 1980.

Fig. 6. Variabilidad de los resultados de pruebas sobre la resistencia a la tensión del concreto.

Tipo de prueba	Resistencia media		Desviación estándar en la clasificación		Coeficiente de variación por ciento
	MN/m ²	Kg/cm ²	MN/m ²	Kg/cm ²	
Prueba brasileña	2.79	28	0.14	1.4	5
Prueba de tensión directa	1.90	19	0.13	1.3	7
Módulo de ruptura	4.17	43	0.25	2.5	6
Prueba de compresión en cubos	41.23	420	1.45	15	31

cos, dependiendo si se requieren para determinar la resistencia a la compresión o a la flexión, respectivamente.

Como en los casos anteriores, existe una Norma que especifica el modo de obtención, preparación y ensaye de especímenes de concreto endurecido, para ensaye de resistencia a la compresión y flexión; siendo en este caso la Norma ASTM-C-42.

La resistencia de los corazones es, en general, inferior a la de los cilindros estándar, porque el curado en la obra es siempre de menor calidad que el curado bajo condiciones estándar de humedad. Además, la relación de la resistencia de corazones a la resistencia de cilindros estándar (De la misma edad) no es constante, sino que decrece al aumentar el nivel de resistencia del cilindro.

Un factor adicional en la resistencia de los corazones es la ubicación del concreto que se corta de la estructura. Los corazones suelen tener menor resistencia cerca de la superficie superior de la estructura, bien sea una columna, un muro o incluso una losa. Al aumentar la profundidad bajo la superficie superior, la resistencia de los corazones aumenta, pero a profundidades mayores de unos 300mm, ya no se observan incrementos.

En la figura 27, se presenta una relación entre la resistencia, obtenida en prueba de corazones y la resistencia a la compresión de cilindros moldeados.

IV.-6.- PRUEBA DEL MARTILLO DE REBOTE

Se han realizado diversos intentos para elaborar pruebas no destructivas, pero pocas han tenido éxito. Uno de los métodos que se ha encontrado aceptación práctica, dentro de alcances limitados, es el del martillo de rebote, una

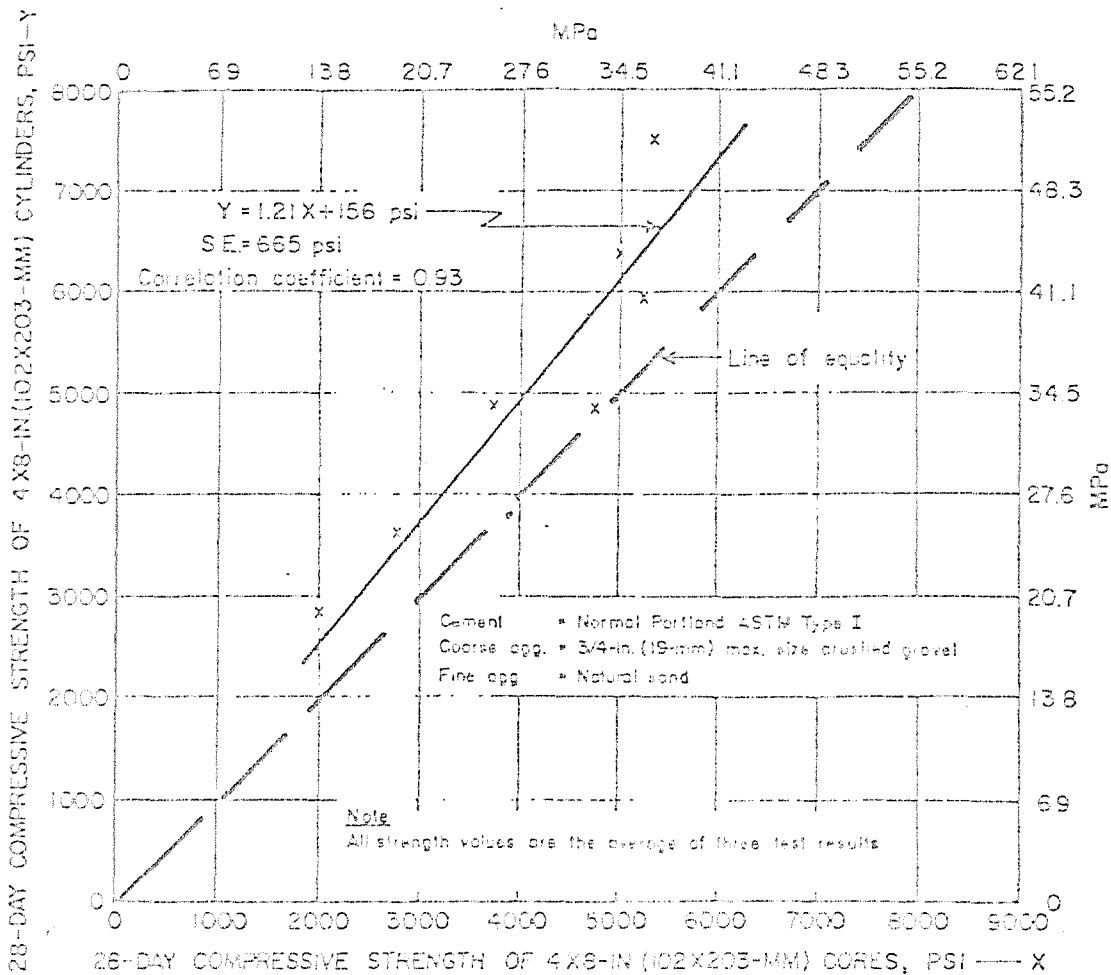


Figure 7 Relationship between compressive strength of 4 x 8 in. (102 x 203-mm) cores drilled after 28 days and compressive strength of 4 x 8-in. (102 x 203-mm) cylinders.

prueba de martillo de impacto o del esclerómetro; en la figura - 1., se muestra un esquema de éste.

Esta prueba se basa en el principio de que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de la superficie en contra de la cual la masa incide. En la prueba del martillo de rebote, una masa cargada por medio de un resorte recibe una determinada cantidad de energía al extender el resorte a una posición constante; esto se lleva a cabo al presionar el émbolo contra la superficie del concreto por probar. Al ser liberada la masa, rebota el émbolo, que sigue en contacto con la superficie de concreto, y la distancia recorrida por la masa, que se expresa como porcentaje de la extensión inicial del resorte, se llama número de rebote; este número queda señalado por un indicador móvil sobre una escala graduada.

El número de rebote es una medida arbitraria, pues depende de la energía acumulada en el resorte y del tamaño de la masa.

El martillo debe usarse en superficies lisas, y no en ásperas, en este último caso la superficie deberá pulirse, la masa de concreto no deberá ceder o moverse durante la prueba, al impacto del martillo.

Esta prueba es sensible a variaciones locales en el concreto, como la presencia, en la superficie, de agregados puros o bien huecos. Por esta razón, es recomendable tomar un mínimo de 10 lecturas distribuidas en el área que va a probarse.

El émbolo debe estar siempre normal a la superficie del concreto por evaluar, aunque, la posición del martillo con respecto a la vertical afecta el número de rebote; se cuenta con tablas y gráficas para considerar el número de rebote en función del ángulo de inclinación. En la Norma B.S. 4408: Part 4, se describen los métodos de calibración y guía para usar el esclerómetro.

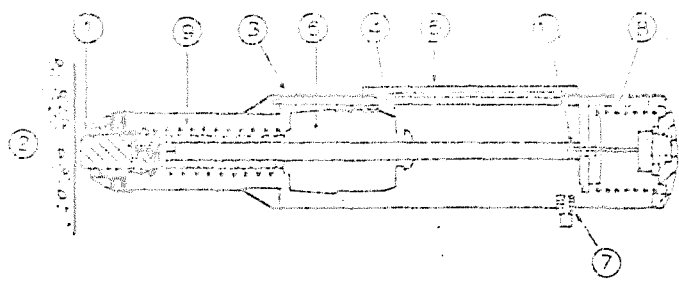


Fig. 1 Martillo de rebote.

- 1 Embudo 2 Concreto 3 Camisa tubular 4 Guía 5 Escala 6 Maza
- 7 Bolón disparador 8 Resorte 9 Resorte 10 Sujeto

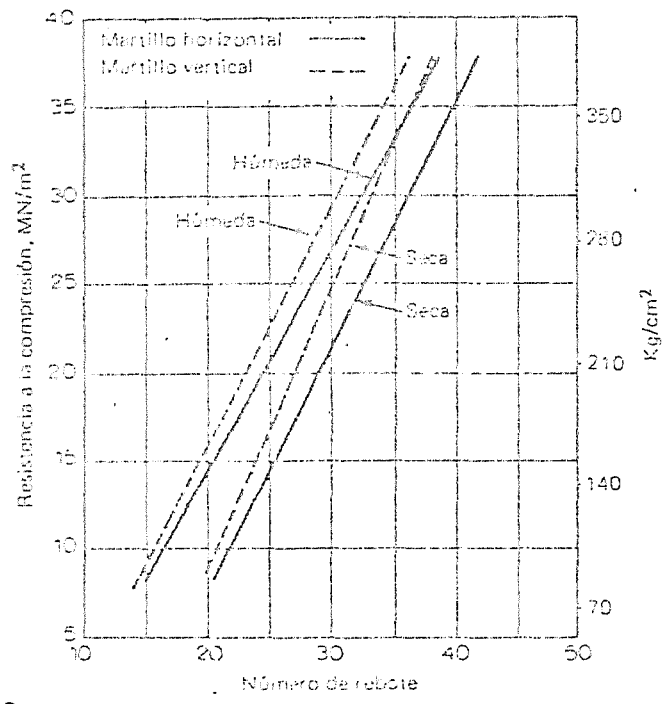
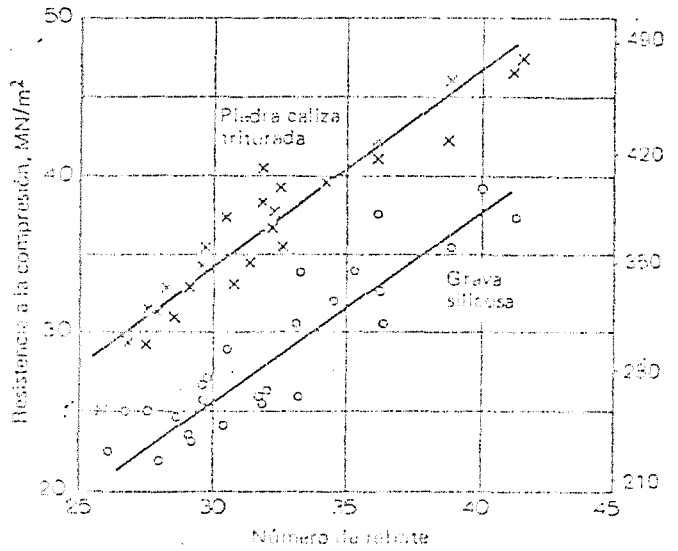


Fig. 2 Relación entre la resistencia a la compresión de cilindros y el número de rebote, con lecturas de martillo en posición horizontal y vertical, sobre una superficie de concreto húmeda y seca.



GRÁFICAS OBTENIDAS EN: IICVQ. CONTROL DE CALIDAD. 1980.

Fig. 3. Relación entre la resistencia a la compresión y el número de rebote en cilindros de concreto elaborados con distintos agregados. Las lecturas se han tomado en el costado de un cilindro con el martillo en posición horizontal.

Esta prueba determina, en realidad, la dureza de la superficie de concreto y aun cuando no existe una relación simple entre la dureza y la resistencia del concreto, se puede determinar relaciones empíricas para concretos similares, como la mostrada en la figura 2 Y 3., , donde podemos observar, que el número de rebote se ve afectado por factores tales como: grado de saturación de la superficie, carbonatación superficial tipo de agregado y terminado de la superficie, entre otros.

Así que, esta prueba tiene carácter tan solo comparativo, y no se justifican las afirmaciones de algunos fabricantes de que el número de rebote puede convertirse directamente a un valor de resistencia a la compresión. De cualquier manera, la prueba es útil como medida de la uniformidad del concreto y tiene gran valor para verificar la calidad del material sobre toda una estructura, en especial cuando se cuenta con una correlación entre el número de rebote y la resistencia a la compresión, determinadas en pruebas destructivas del mismo tipo de concreto. Una utilidad más es, durante la construcción de una estructura de concreto, probar con el martillo para determinar si el número de rebote alcanza un valor que se conoce como correspondiente a la resistencia deseada.

IV.-7.- PRUEBA DE RESISTENCIA A LA PENETRACION

Mediante la prueba con Pistola Windsor o de resistencia a la penetración, es posible calcular la resistencia del concreto a partir de la profundidad de penetración de un proyectil metálico impulsado por una carga estándar de pólvora. El principio básico es que, la penetración es inversamente proporcional a la resistencia a la compresión del concreto, pero en la escala de Mohs debe determinarse la dureza del agregado y esto no presenta

dificultad. Hay cuadros publicados de la resistencia vs sus la penetración (ϕ longitud del sondeo expuesto) para agregados con dureza entre 3 y 7 en la escala, pero en la práctica la resistencia a la penetración debe relacionarse con la resistencia a la compresión de muestras de prueba estándar o coraciones del concreto utilizado. En la figura 1. aparece -- una relación característica. Debe tenerse presente que la -- prueba mide básicamente la dureza, y no puede producir valores absolutos de resistencia, pero resulta de gran utilidad para determinar la resistencia relativa, es decir, para comparaciones.

La prueba de resistencia a la penetración es por lo menos en parte, superior a la prueba del martillo de rebote, porque la medida no se limita a la superficie del concreto, sino en su profundidad: el proyectil fractura el agregado y comprime el material en el cual se introduce. Los sondeos se hacen en grupos de tres en estrecha vecindad, y la penetración promedio se utiliza para estimar la resistencia.

IV.-8.- PRUEBA DE PULSO ULTRASONICO

Aunque no existe una relación directa entre la velocidad de onda longitudinal en el concreto y la resistencia de éste, las dos cantidades sí tienen una relación directa con el peso específico del concreto. Por lo tanto, una disminución en el peso específico ocasionada por un aumento en la relación agua/cemento reduce tanto la resistencia a la compresión del concreto como la velocidad de un pulso transmitido a través de él.

La velocidad de onda no se determina directamente,

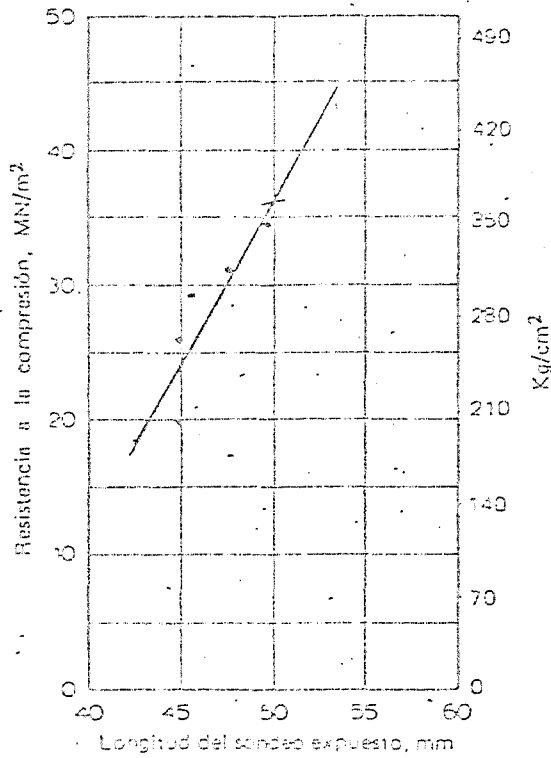


Fig: 1. Relación entre la longitud del sondeo expuesto y la resistencia de cubos curados de 152 mm a la edad de 35 días.

GRAFICA OBTENIDA EN: INCYC CONTROL DE CALIDAD, MEXICO, DF. 1960.

sino se calcula a partir del tiempo que tarda un pulso en recorrer una distancia medida. Este pulso ultrasónico, se mide mediante un aparato de pulso ultrasónico, como el representado - esquemáticamente en el figura 1., y cuya técnica se describe - en la Norma B.S. 4408: Part. 5. El transductor está en contacto con el concreto, de modo que las vibraciones viajan através de él y son recogidas por otro transductor en contacto con la cara opuesta de la muestra probada. Normalmente, se pueden probar concretos de 0.1 a 2.5 m de espesor, sin embargo, se han efectuado pruebas de concretos con espesores hasta de 15 m.

Cuando no es posible tener acceso a los dos lados opuestos de un miembro de concreto, se puede medir la velocidad del pulso a lo largo de una trayectoria paralela a la superficie del concreto. Entonces, los transductores se colocan sobre la misma cara del miembro; situados a una distancia conocida uno de otro. Sin embargo, la energía recibida es, en este caso, considerablemente menor y decrece, en forma correspondiente, la precisión de la lectura, de aquí que, los resultados no se refieren a las propiedades del concreto profundo, sino únicamente a las del superficial.

La técnica de velocidad de un pulso ultrasónico se usa como medio de control de calidad en productos que supuestamente estén elaborados de concretos semejantes, así, se detectan con facilidad la falta de compactación y un cambio en la relación agua/cemento. Sin embargo, la técnica no se puede emplear para determinar la resistencia en concretos elaborados con distintos materiales en proporciones desconocidas, no obstante, es posible hacer una clasificación de la calidad del concreto, como la mostrada en la tabla de la figura 2.,

Para distintas proporciones de mezcla, se obtienen rela

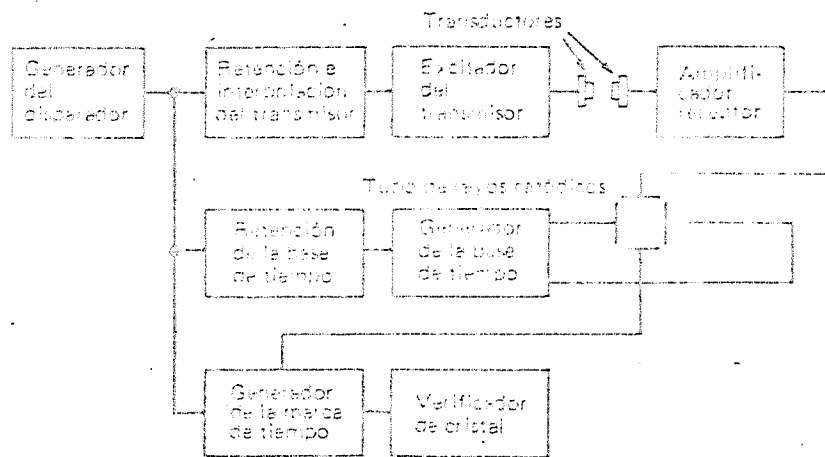


Fig: 11. Esquema de un aparato de pulso ultrasónico.

13 UNAS CUBIENDES EN: VTA A S.S. 4408; PARTE 5.

Fig: 2. Clasificación de la calidad del concreto sobre la base de la velocidad del pulso.

Velocidad longitudinal del pulso Km/s	Calidad del concreto
> 45	Excelente
35-45	Buena
30-35	Dudosa
20-30	Mala
< 20	Muy mala

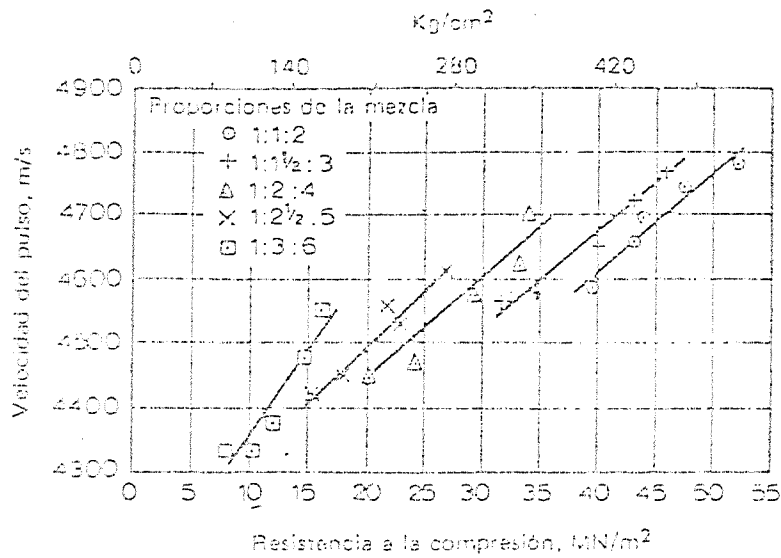


Fig. 3. Relación entre la velocidad de un pulso ultrasónico y la resistencia a la compresión de concretos de diferentes proporciones de la mezcla.

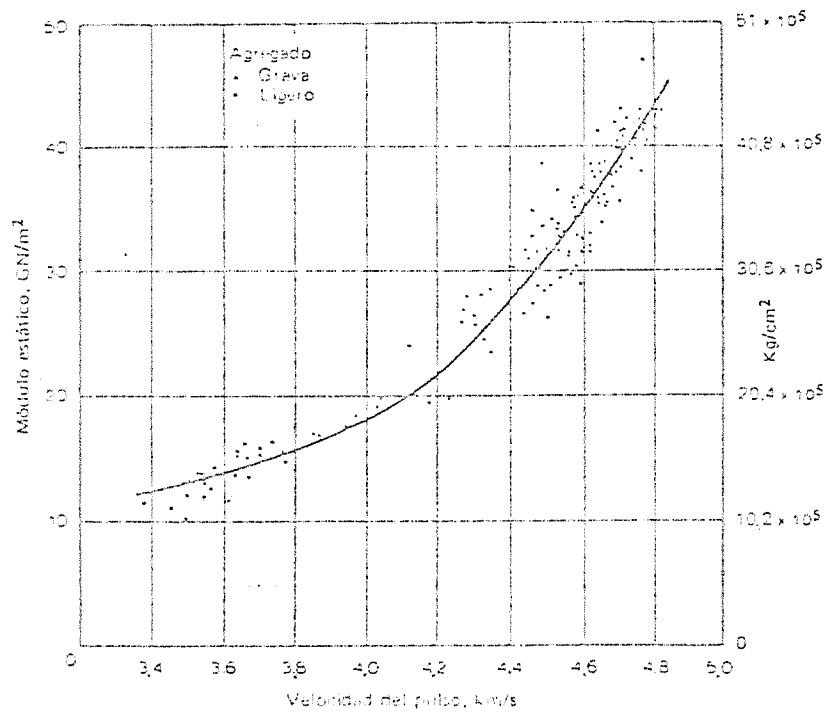


Fig. 4. Relación entre el módulo de elasticidad estático y la velocidad de pulso ultrasónico, en concretos elaborados con un agregado normal y un agregado ligero.

ciones diferentes entre la resistencia y la velocidad de pulso; esto se ilustra en la figura 32. En casos prácticos, conviene -- establecer la relación entre la resistencia y la velocidad de -- pulso por medio de especímenes experimentales, para diferentes - condiciones de humedad en éstos, ya que la humedad tiene gran in- fluencia sobre la velocidad de pulso.

También existe una relación entre el módulo de elastici- dad estático y la velocidad de pulso; en la figura 4., se mues- tran datos típicos para concretos elaborados con un agregado de- peso normal y un agregado ligero, pero no puede hacerse una gene- ralización.

Además del control de la calidad del concreto, Las medi- das de pulso ultrasónico puede usarse para detectar el desarro- llo de grietas, fracturas y deterioro en el concreto endurecido.

IV.-9.- PRUEBA DE EXTRACCION

La prueba de "Pull-Out", satisfactoria para estimar la- resistencia in-situ del concreto a cualquier edad del mismo, y - sus resultados pueden ser reproducibles con un aceptable grado - de precisión; además se considera que ofrece mayores resultados- que el esclerómetro y la pistola Windsor.

En la figura 1., se presenta en forma esquemática el me- canismo empleado en las pruebas de "Pull-Out", en la figura 2., - el esquema de unos bloques de concreto, mostrando los sitios en- que se efectuaron diferentes tipos de pruebas, tales como: escle- rómetro, pulso ultrasónico, corezanos y "Pull-Out", con el propó- sito de correlacionar los resultados de extracción con los otros resultados. En la figura 3', se presenta la relación encontrada- entre los resultados de resistencia a la compresión y los resul- tados de extracción.

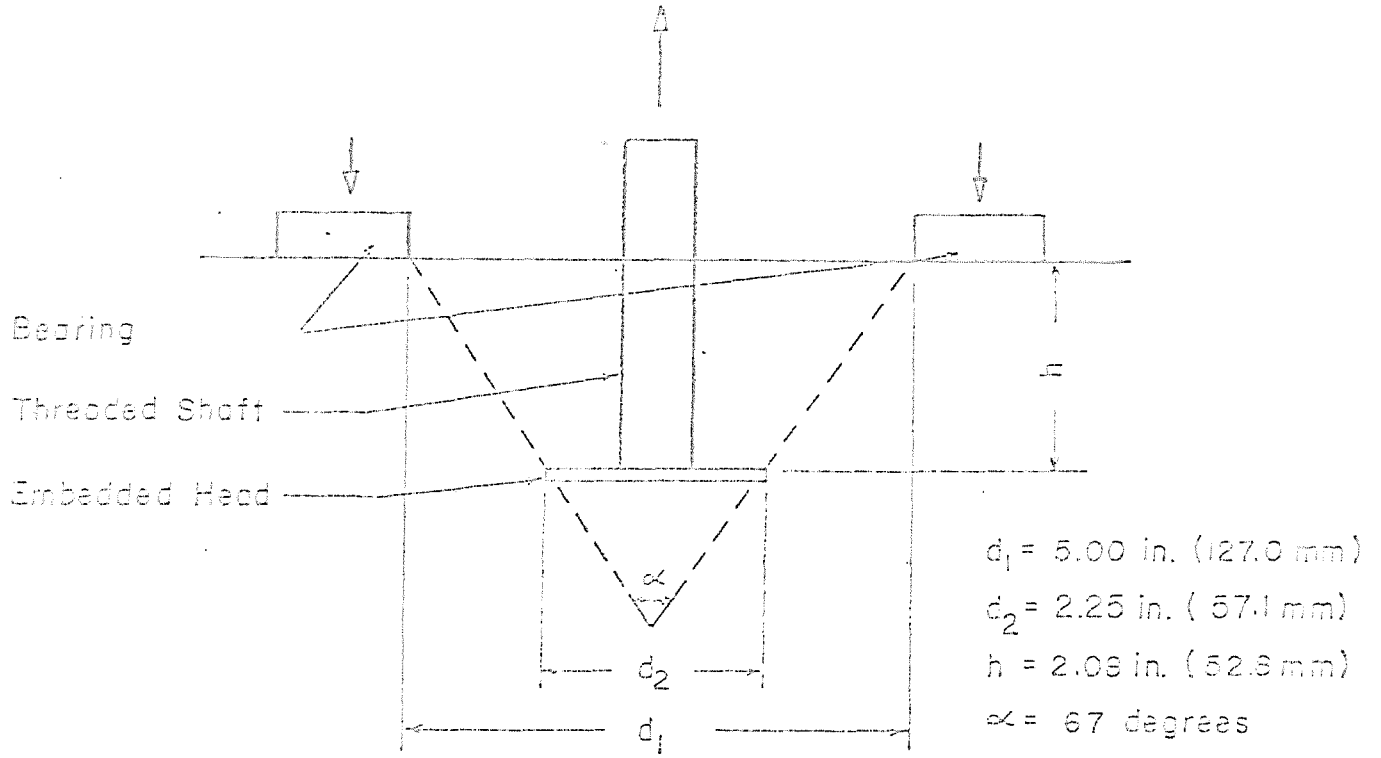


Fig: 1.

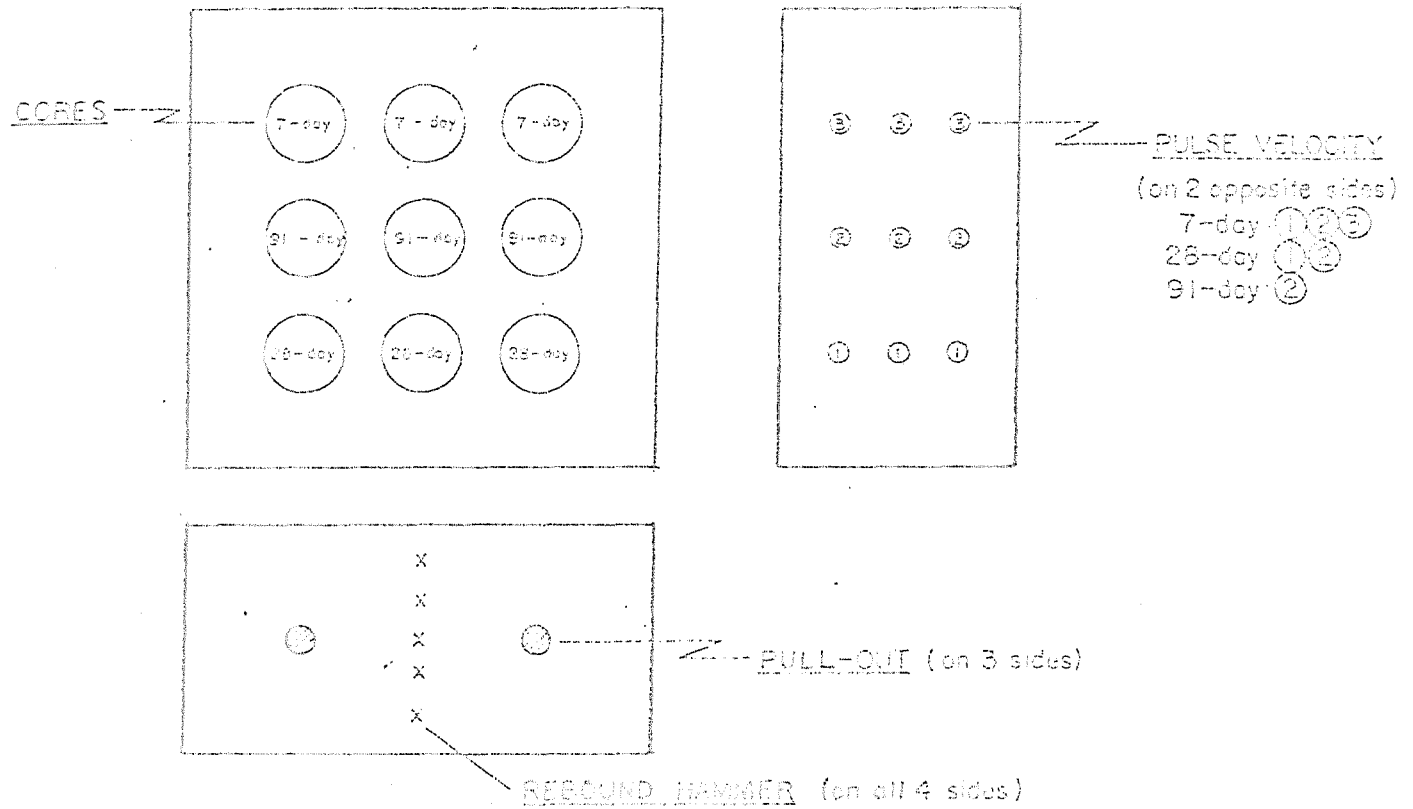


Fig. 2.

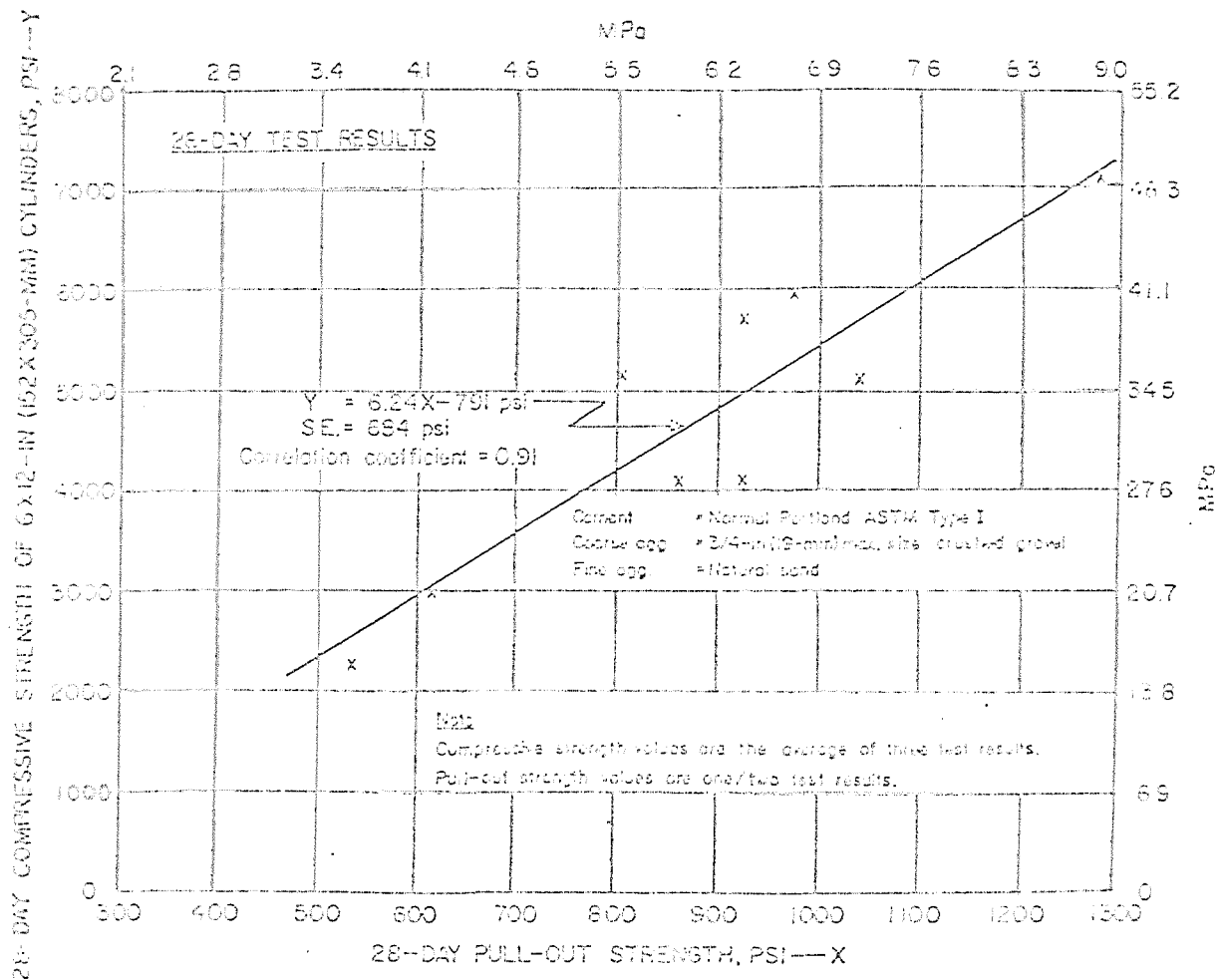


Fig. 3 Relationship between pull-out and 28-day compressive strength of 6 x 12-in. (152 x 305-mm) cylinders.

IV.10.-PRUEBAS DE LA COMPOSICION DEL CONCRETO ENDURECIDO

En algunas discusiones sobre la calidad del concreto endurecido, se plantea la pregunta de si la composición se ha ajustado a las especificaciones, y para responderla, se efectúan pruebas químicas y físicas sobre una muestra de concreto endurecido.

METODOS QUIMICOS

Contenido de cemento:

Un método para determinar el contenido de cemento está indicado por la Norma ASTM C-85-66. Se basa en el hecho de que los silicatos en el cemento portland se descomponen y se vuelven solubles en ácido hidrociónico diluido mucho más fácilmente que en los compuestos de sílices que están normalmente en el agregado.

Determinación de la relación agua/cemento original:

Un método para estimar la relación agua/cemento que existía en la mezcla durante la colocación del concreto, cuando este se encuentra ya endurecido. En esencia, consiste en la determinación del volumen de los poros capilares y el peso del cemento y el agua combinada.

METODOS FISICOS

Se ha logrado utilizar con éxito un método de "Cuenta de puntos", En una superficie aserrada y barnizada de una muestra seca de concreto, a fin de determinar su contenido de cemento, su contenido total de agregado y la relación agregado fino/grueso.

Con esta prueba se puede determinar el contenido de cemento dentro de márgenes de 10 por ciento, pero no pueden estimarse el contenido original de agua ni la relación de huecos, pues en la-

prueba no se hace ninguna distinción entre los huecos causa
dos por el aire y el agua.

Estamos concientes de que existen otros tipos de --
pruebas de concreto endurecido que proporcionan resultados--
reproducibles, y que tal vez, hasta se encuentren apoyados--
por una Norma de una autoridad competente en esta especia--
lidad. Por ejemplo, existen las pruebas de compresión de es
pecímenes curados en forma acelerada, mediante las cuales,--
se pueden predecir la resistencia a los 28 días a unas cuen
tas horas de su fabricación, y es posible que en alguna fe--
cha futura, la resistencia del concreto fabricado se base --
en los valores obtenidos con pruebas aceleradas, Sin embar--
go, confiamos en haber expuesto las pruebas de concreto en--
durecido más importantes y usuales en el medio de la Ingenier
nía Práctica.

C A P I T U L O . V . ASPECTOS QUE DEBEN VIGILARSE
EN LA CERTIFICACION Y CONTROL
DE CALIDAD (LABORATORIOS).

V.1.- Requisitos que debe Satisfacer un Laboratorio.

El primer paso consiste en la homologación, que consiste en verificar el equipo y los sistemas de prueba de acuerdo a las especificaciones requeridas para procesar el concreto hidráulico; reconocida por el grupo de productos de concreto.

El segundo paso es: hacer las pruebas en el campo - con una confiabilidad constante.

De esto se habla cuando el personal está debidamente capacitado para cada una de las pruebas, iniciando desde la toma de muestras, conservación, prueba a la compresión y obtención de resultados.

Para que el laboratorio sea aceptado es necesario - que pertenezca al Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas que consiste en un concreto moderno de Normatización Integral, entendida como el conjunto de factores indispensables para lograr una producción Industrial de calidad-controlada, destaca primordialmente la necesidad de contar con un sistema Nacional de acreditamiento de laboratorios de pruebas.

Mediante éste sistema se otorga el reconocimiento -- oficial a aquellos laboratorios que estan en capacidad de realizar determinadas pruebas específicas tomando en cuenta la -- confiabilidad técnica de los servicios que prestan.

Esta actividad, que constituye uno de los aspectos - del programa de apoyo al plan nacional de desarrollo industrial, fue implantada en México mediante el decreto publicado el 21 - de Abril de 1980, en el "Diario Oficial de la Federación" que -- confió a la Secretaría del Patrimonio y Fomento Industrial -- a través de su dirección general de Normas (D.G.N.), la operación de sus disposiciones.

La característica principal del sistema radica en el hecho de que la certificación de la validez de los resultados de pruebas efectuadas en laboratorios acreditados, implica que dichos resultados tengan aceptación a nivel nacional e internacional facilitando con ello el intercambio comercial, y la reducción de costos, evitando por otra parte la fuga de divisas que ha venido representando la utilización de laboratorios del extranjero.

El decreto expedido por el ejecutivo establece que el sistema nacional de acreditamiento de laboratorios de pruebas es de Jurisdicción Federal y de carácter voluntario.

Con este sistema, la pequeña y mediana industria que no cuenta con los suficientes medios para instalaciones propias, podrá disponer de laboratorios confiables para controlar la calidad de sus productos, uniformarla y mejorarla, con el fin de sustituir importaciones y poder competir con los mercados internacionales.

Por lo tanto, la homologación de laboratorios es creada por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial el 21 de Abril de 1980 decretado por el Presidente Lic. José López Portillo.

Para verificar una homologación se establece el Comité de Normalización de Laboratorios de Pruebas, en donde: Los comités son organismos de apoyo a la Dirección, para el Acreditamiento de Laboratorios.

Por cada rama específica se establecerá un comité el cual estará constituido en su caso, por representantes de los productores, consumidores, prestadores y usuarios de servicios de laboratorios, Normalizadores de laboratorios y autoridades competentes.

Cada comité tendrá un Consejo Directivo compuesto por un Presidente, un Secretario, un Tesorero y los Vocales necesarios, a juicio de la dirección.

Para que un laboratorio sea reconocido, deberá solicitarlo por escrito a la Dirección, indicando la rama específica a la que pertenece y el tipo de pruebas que realiza.

Asimismo deberá acompañar a su solicitud, los siguientes documentos:

- Los que acrediten su personalidad Jurídica.
- Los que prueben que está constituido conforme a las Leyes mexicanas.
- Los que demuestren que tienen como mínimo un año de estar en el país.
- La declaratoria de compromiso de cumplir con lo dispuesto en el decreto Oficial de la Federación.
- La constancia de haber cubierto los derechos correspondientes al acreditamiento.

Una vez recibido los documentos citados en el punto anterior la dirección solicitará la intervención del comité correspondiente para que realice el estudio y emita el dictámen técnico requerido para el acreditamiento.

El comité designará a los normalizadores del laboratorio para efectuar el estudio necesario para efectuar el acreditamiento.

La dirección con base al dictámen en técnico del comité, resolverá sobre la procedencia del acreditamiento solicitado y en su caso, lo otorgará, autorizando.

Se le cancela el acreditamiento a un laboratorio y se le nulifican las funciones mediante los siguientes bases.

--Suspensión temporal del laboratorio por un período - de 3 meses, comunicandole por escrito las causas de la suspensión.

--Suspensión definitiva del acreditamiento cuando además resulten afectados el interes a la salud pública, o haya - reincidencia en las violaciones cometidas.

--La impocisión de cualquiera de las sanciones establecidas en el punto anterior es sin perjuicio de las penas que - correspondan a los delitos o faltas en que en su caso ocurren los infractores.

V.2.- Personal, Equipo e Instalaciones Adecuadas.

Personal del Laboratorio.

La responsabilidad de organizar y dirigir el laboratorio normalmente recae en el Jefe de Laboratorio. Dentro de la organización que es frecuente en las obras, el Jefe de Laboratorio - - actúa como auxiliar de la residencia, con autoridad para tomar - - decisiones que conduzcan al cumplimiento de las especificaciones de la obra.

En forma enunciativa, no limitativa, se incluyen algunos deberes esenciales del Jefe de Laboratorio:

-Conocer el proyecto de la obra en general y de las diversas estructuras en particular.

-Tener amplio conocimiento de las especificaciones de la obra.

-Organizar el funcionamiento del laboratorio.

-Supervisar las actividades del personal del laboratorio.

-Atender a la capacitación del personal del laboratorio.

-Asesorar a la residencia de la obra en asuntos de su incumbencia.

-Organizar la redacción y presentación de informes.

-Resolver problemas relacionados con la producción de concreto de calidad especificada.

Del suficiente conocimiento del proyecto y especificaciones de la obra depende, en muchas ocasiones, lo acertado de las decisiones del Jefe de Laboratorio. Considerando la escasa oportunidad que normalmente existe dentro de las obras para actividades de esta naturaleza, es recomendable que en cuanto se le asigne, y previamente a su traslado a la obra, se le conceda un plazo razonable para adquirir este conocimiento.

El primer deber del Jefe de Laboratorio de campo consiste en organizarlo, lo que frecuentemente incluye: Selección del Sitio más adecuado

Para establecer el laboratorio; montaje de las instalaciones y los equipos para pruebas; asignación de funciones al personal; según aptitudes; Programación de estudios preliminares y planeación del control de la producción.

La facilidad con que se realice y los avances que se deriven de la Supervisión del personal del laboratorio guardan estrecha relación con su grado de capacitación. Impartir cursos de entrenamiento al personal del laboratorio, y en particular al personal de inspección, es una medida necesaria - que debe ocupar un lugar destacado entre los deberes del Jefe de Laboratorio.

Como auxiliar de la residencia, debe procurar que la comunicación entre laboratorio y residencia resulte ágil y expedita. Un medio de lograrlo consiste en establecer información de rutina clara, frecuente y concisa.

Muestreadores.

Para ocupar este cargo no se requiere de una preparación escolar avanzada; usualmente basta con el conocimiento de las operaciones aritméticas fundamentales, regla de tres simple, extracción raíz cuadrada y determinación de porcentajes. En cambio, se requiere una disposición natural de cierta meticulosidad en la forma de hacer las cosas. Esta característica es la que permite al muestreador adquirir conciencia de la absoluta obligatoriedad de todas las precauciones que se especifican para la obtención de muestras representativas. Sin ella no se concibe un buen muestreador, y su carencia no resulta fácil suplirla con entrenamiento.

El Jefe de laboratorio debe tener presente esta circunstancia cuando se trate de seleccionar y capacitar personal para trabajos de muestreo.

Esta labor durante estudios preliminares, puede requerir más criterio de parte del muestreador que en los trabajos de esta misma índole, durante la etapa de control de la producción.

Aún cuando en la primera etapa solo se requiere muestrear agregados y, eventualmente, agua, las condiciones de trabajo pueden ser muy variables, de modo que es indispensable la presencia de alguien con suficiente criterio para dirigir el muestreo, según se presenten las circunstancias. Un individuo con amplia experiencia en este tipo de trabajos puede actuar como Jefe de Muestreadores.

En la etapa de control de producción el trabajo es muy amplio, pues requiere muestrear materias primas (cemento, aditivos, agregados) y producto (Concreto fresco). Como las condiciones de trabajo no suelen variar, las operaciones se vuelven rutinarias, por lo que, la supervisión puede reducirse a verificar el cumplimiento de las instrucciones impartidas a los muestreadores y de los procedimientos especificados.

Probadores

Constituyen el personal que tiene a su cargo la ejecución de pruebas de laboratorio, sobre muestras representativas de materiales y concreto. Así, el probador representa un segundo grado en la escala de capacitación del personal de laboratorio de campo, ya que, para llenar a satisfacción el puesto de probador, es requisito necesario saber obtener las muestras que van a ensayarse.

Con la preparación básica que corresponde al muestreador, un probador puede formarse por medio del aprendizaje de - las pruebas que constituyen los ensayos de rutina en el labora-torio. Los probadores más destacados pueden continuar su entre-namiento en los diversos aspectos de construcción, a fin de - llegar a inspectores e, inclusive, si tienen la escolaridad - adecuada, a Jefes de Laboratorio en obras menores.

Las pruebas fundamentales que debe conocer el proba--dor en el laboratorio son:

--Pruebas físicas de cemento (Densidad, consistencia - normal), Tiempo de fraguado, Fraguado falso, resistencia a --compresión y Finura en mallas).

--Pruebas físicas de agregados (Análisis granulométrico, Densidad, Absorción, Humedad, Contenido de limo, Arcilla y Ma-teria orgánica, peso volumétrico y Sanidad).

--Pruebas de concreto fresco (Revenimiento, Fluidéz, Con-tenido de cemento).

--Pruebas de concreto endurecido(Resistencia a compresión a tensión indirecta y a flexión).

Inspectores.

El inspector es el representante del laboratorio en - el lugar de trabajo, y como tal tiene a su cargo funciones que entrañen responsabilidades. De ahí la necesidad de seleccionar y entrenar muy cuidadosamente a esta clase de personal.

Para la selección deben tomarse en cuenta, además de- la experiencia y los conocimientos necesarios, cualidades per-sonales como constancia en el cumplimiento de las obligaciones, apego a la disciplina, seriedad en el trato y firmeza de carác-ter.

Es recomendable que el puesto de inspector se obtenga mediante ascenso por cumplimiento satisfactorio. Con base en los conocimientos y experiencia como muestreador y probador, el entrenamiento debe dirigirse a conocer la razón y sentido de los trabajos que se inspeccionan.

El objetivo principal de este cargo consiste en vigilar las condiciones de trabajo y comprobar que correspondan a las previsiones del proyecto. Su mayor utilidad debe atribuirse a la capacidad para prevenir fallas en el cumplimiento de las especificaciones, en vez de su diligencia para adoptar medidas correctivas.

A fin de lograr este aspecto, es necesario que la inspección sea paralela al desarrollo de la obra desde sus primeras etapas.

Partiendo de esta base, puede decirse que la inspección forma parte inseparable del control de la producción. Algunos de los aspectos principales que conciernen a este control y que, por consiguiente, se hallan relacionados con la inspección son:

—Estudio y selección de las fuentes propuestas para el suministro de materiales para concreto.

—Revisión y apreciación de instalaciones y facilidades propuestas para la obtención, acondicionamiento, manejo y almacenamiento de materiales para concreto.

—Revisión y apreciación de las instalaciones propuestas para dosificación y mezclado del concreto.

—Revisión y apreciación de instalaciones y equipos propuestos para transporte, colocación y acomodo del concreto.

—Control de los procedimientos de obtención, acondicio-

namiento, manejo y almacenamiento de materiales.

- Control de las cantidades de materiales producidas y consumidas.

- Control de los proporcionamientos de concreto.

- Control de las cantidades de concreto producidas.

- Control de calidad de los materiales y del concreto.

- Inspección de formas, acero de refuerzo, superficies de cimentación, apuntalamientos, troqueles, juntas etc.

- Inspección de colados.

- Supervisión del acabado, protección y curado del concreto.

- Supervisión del descimbrado y apuntalamiento.

- Inspección de reparaciones.

- Inspección en planta de trabajos de prefabricación, - incluyendo concreto presforzado.

- Preparación de informes diarios y resúmenes

Equipo e Instalaciones Adecuadas.

La continua obtención de concreto, de la calidad especificada, requiere de la atención y vigilancia permanente de todas las etapas de que consta el proceso para fabricarlo, - desde el estudio y selección de las materias primas, hasta la comprobación de propiedades del producto.

Para atender y vigilar dichos aspectos, se instalan laboratorios de concreto en las obras, cuyas funciones se dirigen hacia dos fines principales: Los estudios preliminares y el control de la producción. La calidad final del concreto - suele depender por igual del éxito con que se conduzcan dichas operaciones, cuya amplitud y complejidad se determinan por - la magnitud de la obra.

"La siguiente tabla presenta un cuadro esquemático de las actividades más frecuentes del laboratorio de campo."¹

ACTIVIDADES USUALES EN EL LABORATORIO DE CONCRETO

I. ESTUDIOS PRELIMINARES. DE CAMPO.

- 1.-Localización y estudio de bancos y canteras para obtención de agregados.
- 2.-Localización y estudio de fuentes para abastecimiento de agua.
- 3.-Investigación de condiciones climatológicas en obra.
- 4.-Investigación de condiciones de exposición y servicio de concretos en obra.
- 5.-Estudios para selección de cementos y aditivos adecuados, en función de características de agregados y condiciones en obra.
- 6.-Estudio para obtención de proporcionamiento adecuados de concreto para satisfacer especificaciones de obra.
- 7.-Estudios Especiales.

NOTA: La unión de I y II nos da un concreto de la calidad especificada.

II. CONTROL DE LA PRODUCCION.

- 1.-Control de cemento(Almacenamiento y utilización).
- 2.-Control de aditivos(Almacenamiento y utilización).
- 3.-Control de agregados (explotación de bancos y canteras, trituración, clasificación, manejo, almacenamiento y utilización).
- 4.-Control de concreto(dosificación, mezclado, muestreo y ensaye).
- 5.-Inspección previa al colado(cimbra, instalaciones, equipos, cantidad de materiales).
- 6.-Inspección durante el colado(transporte, colocación y acomodo).
- 7.-Inspección después del colado(descimbrado, acabados, reparaciones).
- 8.-Comprobación de características y propiedades del concreto en las estructuras(prueba de carga, extracción de núcleos, prueba de rebote, pulsatorias etc.).
- 9.-Proceso de datos(Análisis estadísticos).
- 10.-Redacción de informes (consumo de materiales, producción de concreto, resultado de ensayos, observaciones, recomendaciones etc.).

1) CARSA. GERENCIA TECNICA. CURSO DE ACTUALIZACION PARA SUPERVISORES. 1981. MEXICO, D.F.

La etapa de estudios preliminares requiere llevarse a cabo con suficiente anticipación al comienzo de la obra, a fin de que sus conclusiones se conozcan con la debida oportunidad. Solamente en obras muy grandes se justifica la instalación de los laboratorios desde esta etapa. En los casos comunes, los estudios preliminares se canalizan hacia el laboratorio central, que dispone de personal y equipo adecuados para satisfacer los requerimientos usuales.

Tipos de Laboratorio.

--Laboratorio A: En un laboratorio máximo, equipado con cuarto de curado, máquina universal con varios intervalos y facilidades para pruebas especiales.

--Laboratorio B: Es un laboratorio intermedio, equipado con cuarto de curado, máquina fija de compresión y algunas facilidades para pruebas no rutinarias.

--Laboratorio C: Es un laboratorio menor, equipado con máquina fija o portátil, pileta de agua de curado y equipos para pruebas rutinarias solamente.

--Laboratorio D: Es un laboratorio mínimo equipado con máquina portátil y pileta de agua para curado.

Existe además las casetas de control que contiene equipo de muestreo y fabricación de especímenes de concreto solamente y pileta de agua de curado.

Equipo para Laboratorio.

Deben ser los necesarios para desempeñar las funciones que les correspondan, de acuerdo con la magnitud de las obras. En la siguiente tabla se incluye una relación cualitativa de los principales equipos que deben hallarse disponibles en laboratorios de distintas categorías, en donde la cantidad de elementos puede variar, inclusive para laboratorios de una misma categoría, dependiendo de las condiciones y necesidades de cada obra en particular.

EQUIPOS DE LABORATORIO	LAB A	LAB B	LAB C	LAB D	CASITA CONTROL
1. PRUEBAS DE CEMENTOS Y MORTEROS					
Balanza 2 kg cap. 0.1 g aprox. Fawcett Le Châtelier	X	X	X	X	
Apilado Vial e/ accesorios fraguado falso	X	X	X	X	
Balanza mecánica e/ accesorios	X	X	X	X	
Moleta húmeda para mortero e/ accesorios	X	X	X	X	
Como huiler para lechada (Marsh)	X	X	X	X	
Como huiler para mortero (US Army Corps)	X	X	X	X	
Medidas cilíndricas 5 x 5 x 5 cm	X	X	X	X	
Medidas cilíndricas 5 x 10 cm	X	X	X	X	
Medidas barras 2.5 x 2.5 x 25 cm	X	X	X	X	
Comparador homoplástico 0.01 mm aprox	X	X	X	X	
Autoclave e/ accesorios	X	X	X	X	
Moleta peso volumétrico mortero	X	X	X	X	
Aspiras Coltoppe	X	X	X	X	
Apilado húmedo e/ accesorios	X	X	X	X	
Moleta No 200 e/ fondo y tapa	X	X	X	X	
Moleta No 32 e/ inclinación accesorio	X	X	X	X	
Truco marcacion para concreto	X	X	X	X	
2. PRUEBAS DE AGREGADOS					
Balanza 5 kg cap. 0.1 g aprox Fawcett Chapman	X	X	X	X	
Cieno y plomo para arenas (estado sat y sup seco)	X	X	X	X	
Serie estándar medias para arena (Nos 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 e/ fondo y tapa)	X	X	X	X	
Clasificador para arena	X	X	X	X	
Sacudido mecánico de medias para arena	X	X	X	X	
Botella de vidrio graduada 0.1-50 ml	X	X	X	X	
Serie colores estándar para mat orgánica arena	X	X	X	X	
Vidrio color ámbar (equiv color estándar No 3)	X	X	X	X	
Molde peso volumétrico arena	X	X	X	X	
Serie baldes pesos volumétricos gravas	X	X	X	X	
Balanza 100 kg cap. 0.1 g aprox	X	X	X	X	
Balanza 100 kg cap. 0.1 g aprox	X	X	X	X	
Balanza 20 kg cap. 1 g aprox	X	X	X	X	
Serie medias para arena (según tamaño max y clasificación por tamaño)	X	X	X	X	
Serie medias segregativas para arena (según especificaciones obra)	X	X	X	X	
Máquina Los Angeles para abrasión arena	X	X	X	X	
Arco con y peso específico arena	X	X	X	X	
Bomba en vacío e/ accesorios	X	X	X	X	

EQUIPOS DE LABORATORIO	LAB A	LAB B	LAB C	LAB D	CASITA CONTROL
3. PRUEBAS DE CONCRETO					
Mezcladora concreto 0.1 m ³ cap	X	X	X	X	
Como para revestimiento, e/ accesorios	X	X	X	X	
Moleta húmeda para concreto	X	X	X	X	
Apilado para medir trabajabilidad en el con creto (Veece, Powers, Factor compact, etc)	X	X	X	X	
Moleta peso volumétrico concreto	X	X	X	X	
Equipo medición am. humedad en concreto fresco (múltiple pesaje)	X	X	X	X	
Moleta cilindros estándar, 15 x 30 cm	X	X	X	X	
Moleta cilindros especiales (según tamaño máximo de agregado)	X	X	X	X	
Accesorios para cubreos de cilindros estándar	X	X	X	X	
Accesorios para cubreos de cilindros especiales	X	X	X	X	
Vibrador eléctrico para concreto (de inmersión)	X	X	X	X	
Moleta vibradora eléctrica	X	X	X	X	
Equipo para extraer núcleos de concreto (con tornos), e/ accesorios	X	X	X	X	
Marco y micrometros para módulo elástico	X	X	X	X	
Equipo para tiempo fraguado concreto, e/ accesorios	X	X	X	X	
4. PRUEBAS DIVERSAS					
Máquinas para ensayos a compresión: Intervalo (rango) 0-15 ton	X	X	X	X	
Intervalo (rango) 0-100 ton	X	X	X	X	
Intervalo (rango) 0-200 ton	X	X	X	X	
Horas eléctricas con termómetro 0-150°C	X	X	X	X	
Termómetro vidrio 0-300°C	X	X	X	X	
Termómetro vidrio 0-130°C	X	X	X	X	
Termómetro máxima y mínima	X	X	X	X	
Termómetros incluídos 0-50°C	X	X	X	X	
Cámara húmeda de cuado estándar (humedad 90 a 100 por ciento y temperatura 21-25°C)	X	X	X	X	
Placa arena de curado en ambiente de temperatura controlada, 21-25°C	X	X	X	X	
Placa arena de curado en ambiente de temperatura semicontrolada (protección de la atmósfera)	X	X	X	X	
Marfilo para concreto (sclerómetro)	X	X	X	X	
5. APARATOS Y HERRAMIENTAS AUXILIARES					
Parallas (eléctricas, gas o petróleo)	X	X	X	X	
Vegetadores eléctricos	X	X	X	X	
Probeta graduada en mil	X	X	X	X	
Cepillos de alambre, espátulas, desarmadores, llaves, pinzas, cuclillas y cuclillas	X	X	X	X	

V.-3.- PLANTAS PREMEZCLADORAS.

FUNCIONAMIENTO

Estas plantas se dividen en dos grupos que son:

Plantas móviles y plantas permanentes.

Las permanentes son aquellas que se encuentran localizadas en una zona determinada la cual tiene un funcionamiento de planta central que se divide en:

Gerencia de Producción

Gerencia de Maquinaria

Gerencia Técnica y

Gerencia General.

La Gerencia de Producción

Es la que se encarga de producir el concreto sin importar la calidad de este y es la que proporciona las materias primas para su elaboración.

La Gerencia de Maquinaria.

Es la que se encarga de obtener el equipo necesario y mantenimiento del mismo.

La Gerencia Técnica.

Es la que se encarga del control y verificación del concreto.

La Gerencia General.

Es la encargada de la coordinación de cada una de las gerencias anteriores.

Las plantas premezcladoras móviles, en su gran mayoría son plantas ELBA como son: La MIXMOVIL-15, MIXMOVIL-30, y MIXMOVIL-45 lo que quiere decir en cada una respectivamente que la capacidad de producción a su máxima eficiencia es que producen 15, 30, Y 45 metros cúbicos de concreto cada hora.

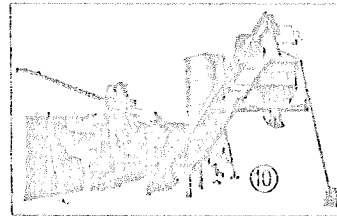
 DATOS OBTENIDOS EN: ELBA MIXIQUANA, KM. 2 EJECUCION AV. HIDALGO.

TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO.

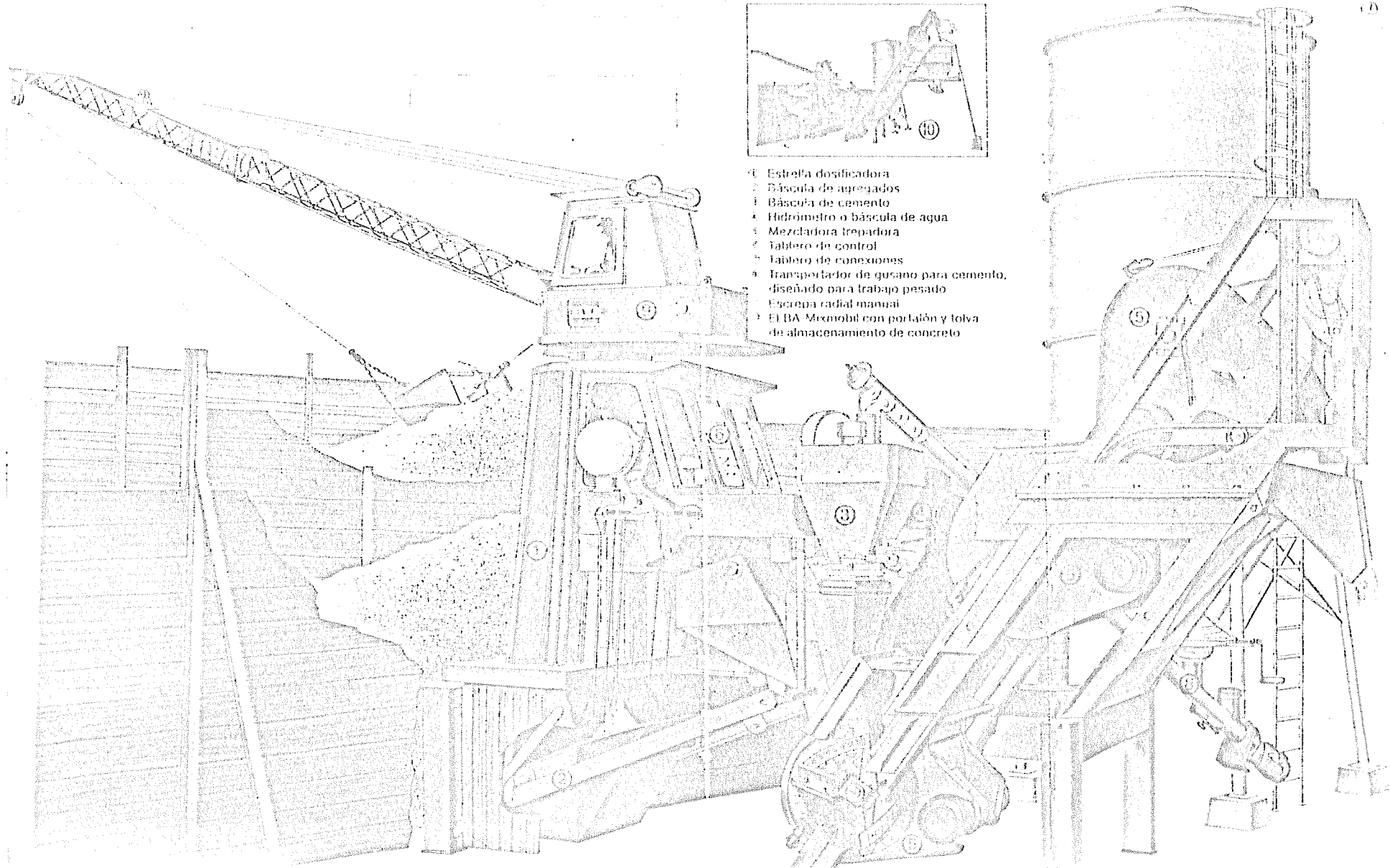
PLANTA MOVIL

Este tipo de planta se divide en:

- a).- Estrella dosificadora
- b).- Bascula de agregados
- c).- Bascula de cemento.
- d).- Hidrómetro o bascula de agua
- e).- Mezcladora trepadora
- f).- Tablero de control
- g).- Tablero de conexiones
- h).- Transportador de gusano para cemento
- i).- Escrepa radial manual
- j).- Silos de cemento
- k).- Mamparas
- L).- Unidades transportadoras
- M).- Equipo necesario para control del concreto.



- 1 Estreña dosificadora
- 2 Báscula de agregados
- 3 Báscula de cemento
- 4 Hidrómetro o báscula de agua
- 5 Mezcladora trepadora
- 6 Tablero de control
- 7 Tablero de conexiones
- 8 Transportador de gusano para cemento, diseñado para trabajo pesado
- 9 Escena radial manual
- 10 El BA Mecmóvil con portalón y tolva de almacenamiento de concreto



CARACTERISTICAS DE LOS CONTROLES.

- 1.- Carátula para agregados, con un contacto para ajuste de peso por cada agregado.
- 2.- Carátula para cemento con un contacto de ajuste de peso.
- 3.- Carátula para cemento con varios contactos para el pesaje de diferentes calidades de cemento en forma aditiva.
- 4.- Carátula para agua con un contacto de ajuste de peso.
- 5.- Hidrómetro con contacto de ajuste de volúmen para agua.
- 6.- Contador de bachadas.
- 7.- Preselector de bachadas.
- 8.- Relovador de tiempo de mezclado.
- 9.- Botón selector para transportador de cemento.
- 10.- Botón selector del peso de cemento para el tipo de cemento (Solo para dosificación en forma aditiva).
- 11.- Botón selector del peso de cemento para el tipo de cemento.

Ver Figura

Fijación del valor nominal para agregados mediante carátula de contactos.

Dosificación y valores reales

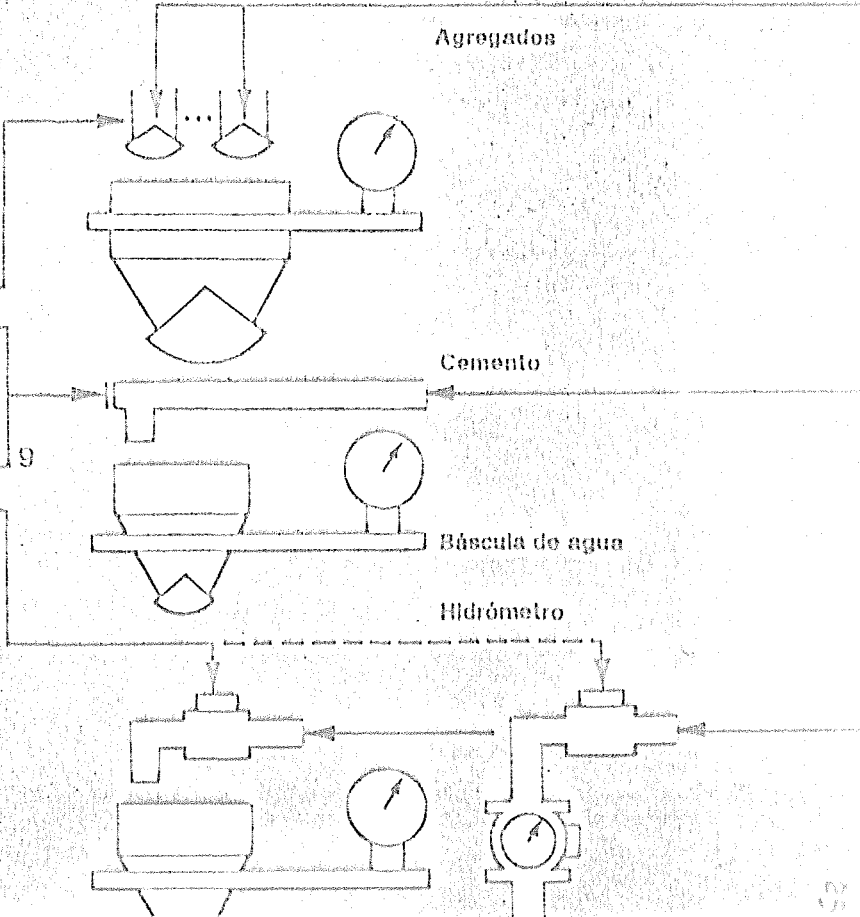
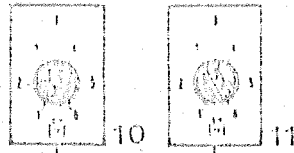
Fijación de valores de dosificación y registro de valores reales por medio del equipo de pesaje.

Carátula para cemento o cementos en forma positiva.

Carátula para agua (se puede usar también un hidrómetro).

EMM 20 VAK

EMM 20 VAK



LAS PLANTAS MOVILES

Funcionan de la siguiente manera:

Están constituidas de Almacén, Gerencia, Laboratorio, Comedor y Servicios Sanitarios.

El Almacén

Se encarga de pedir todo el material necesario para el mantenimiento y funcionamiento de la misma.

La Gerencia

Está administrada y dirigida por un superintendente - el cual se encarga de pedir a la planta central (Gerencia de Producción) los materiales para la producción de concreto (Grava, - Arena, Cemento, Agua y Aditivos.).

El Laboratorio tiene la siguiente función:

LABORATORIO

Verificación de los cambios de proporcionamiento.- Después de que los cambios de proporcionamiento son indicados a través de un memorandum se verificará que utilice los consumos correctos mediante los reportes de producción checando también que correspondan en el momento que debe hacerse y cuando exista un cambio en la marca o tipo de cemento, debe comprobarse las entradas de cemento y con el empleo del consumo correspondiente.

Gráficas de contaminación y pérdida por lavado.- En forma aleatoria debe tomarse una muestra de materiales una vez al mes, de cada proveedor o fuente de abastecimiento, para checar todas las propiedades físicas y deberá compararse que los datos correspondan a los obtenidos en planta.

Densidad de Muestreo.- Periódicamente deberán dibujarse horarios y densidades de muestreo de la planta para determinar

si está cumpliendo con lo indicado en los instructivos de muestreo.

Basculas y dosificadores.- Deberán revisarse y archi- varse los reportes de calibración que realice mantenimiento o directamente la planta.

Muestreo de concreto.- Debe verificarse que las mues- tras estén identificadas correctamente y que los reportes de programación y ensaye coincidan con los números de muestras,- observando que no haya diferencias importantes entre cilindros hermanos.

Revisión de la información del control de calidad.-De berán revisarse mínimo una vez por semana los siguientes con- troles:

Resistencias obtenidas en gráficas de cemento, cartas de aditivos, Resultados de contaminación y pérdida por lavado, control de temperatura y humedad de cuartos de curado y resis- tencias obtenidas en obra.

EN PLANTA

Sistema de dosificación.- Deberán revisarse ocularmen- te las básculas de cemento y agregados en cuanto a limpieza,- oscilaciones, exactitud de la carga, remanente, limpieza de - las cuchillas en el sistema de palancaje, verificación de que las tolvas pesadoras no tengan ningún roce etc., en los dosi- ficadores de aditivos dispersantes, se observará que no exis- tan fugas y que puedan tenerse lecturas exactas, deberán revi- sarse los aforos de éstos dispositivos.

Las básculas o medidores de agua serán revisados - -- igualmente que las básculas de cemento o que los dosificadores de dispersante, según sea el caso.

Funcionamiento del laboratorio de la planta.- Deberá -- supervisarse en general que el laboratorista esté haciendo todas las determinaciones indicadas y que estas se hagan correctamente, pidiendole que realice algunas de las pruebas tales como:

Pérdida por lavado, la cual puede traer consigo aumentos de cemento, ejecución de la corrección (Contaminaciones, humedades, empleo de materiales estudiados, hora de entrada del laboratorista y hora de arranque de la planta) cuidado y limpieza del equipo a su cargo, eficiencia en el ajuste de revenimiento (deben ser revisadas antes de salir de la planta todas las unidades) y revisar las pesadas de los materiales, fabricación y conservación de muestras, sistemas de muestreo, eficiencia en la información a las oficinas centrales, anotación en los reportes de programación de ensaye de resistencias a los 7 días de edad, para cualquier -- concepto que nos pueda afectar los valores de resistencia, tales como modificación en el consumo de cemento, cualquier arreglo que se haga en los sistemas de dosificación, etc.

Almacenamiento y manejo de materiales.- En el caso del cemento debe checarsse que no tenga posibilidades de hidratación con el agua de lluvia y que cuente con sistemas de aereación para evitar compactación de cemento en los depósitos de aditivos, que se coloquen sobre tarima, y no estibarlos con demasiada altura - (No más de 14 sacos), debe utilizarse siempre el aditivo de mayor antigüedad, los aditivos en solución deben permanecer en agitación durante su empleo para evitar sedimentos, en los depósitos de materiales, debe evitarse principalmente que se provoque la segregación por medio de un mal manejo o cualquiera que sea el equipo utilizado.

Funcionamiento General de la Planta.- "Debe verificarse que todos los instructivos con los que cuente la planta, se lleven a cabo en forma adecuada, se revisará la eficiencia de dosificación, los tiempos de mezclado, la eficiencia de los reportes, mantenimiento de equipo, etc."¹

Estado General de la Planta.- Debe chequearse el estado general de la planta, observando los accesos, las condiciones mecánicas y de seguridad drenajes, limpieza de los tanques de aditivos, capacidad apropiada de los equipos de dosificación, etc.

RESUMEN PARA LA SUPERVISION DE PLANTAS.

A SISTEMA DE DOSIFICACION.

- A-1.- Báscula de agregados (oscilaciones, remanentes).
- A-2.- Báscula de cemento (oscilaciones, remanentes).
- A-3.- Báscula de agua.
- A-4.- Medidor de agua.
- A-5.- Dosificador de dispersantes (Fugas exactitud).
- A-6.- Ultimo chequeo de básculas.
- A-7.- Revisar sistema de palancaje.
- A-8.- Verificar que este libre de la tolva de la báscula.

B FUNCIONAMIENTO LABORATORIO.

- B-1.- Pérdida por Lavado.
- B-2.- Aumentos de cemento por mala calidad de arena (fechas, porcentajes).
- B-3.- Ejecución de correcciones (Contaminaciones y humedad para entrada del laboratorista y hora de arranque de la planta).

- B-4.- Limpieza de equipo (tinacos, probetas, moldes, medidas, básculas, mallas, etc.).
- B-5.- Limpieza de reportes.
- B-6.- Equipo completo y estado que se encuentra.
- B-7.- Eficiencia, aceptación de materiales (recibidor).
- B-8.- Eficiencia ajuste de revenimiento (deben ser revisadas todas las unidades).
- B-9.- Toma de muestras.
- B-10.- Transporte de muestras.
- B-11.- Porcentaje de diferencias cemento y Pozzlig.
- B-12.- Información a Central.
- B-13.- Límites de contaminación G2; Supra 10% Infra 15% G 1
Supra 10% Arena; Supra 5% Infra 10%.
- B-14.- Equipo.
- B-15.- Anotaciones en los reportes de resistencia a 7 días de cualquier concepto que afecte la resistencia.

C

ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA.

- C-1.- Silos (sistema de aereación, accesos, etc.).
- C-2.- Depósito de aditivos (tarimas, tableros, pilas limpieza, etc).
- C-3.- Depósito de materiales (Mamparas, manejo, etc.).
- C-4.- Depósito de agua (Limpieza, tuberías, válvulas, etc.).
- C-5.- Manejo.
- C-6.- Mampara (Estado, reparación, almacenamiento de Pozzlig.).
- C-7.- Agitación de aditivos líquidos.

D FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA PLANTA.

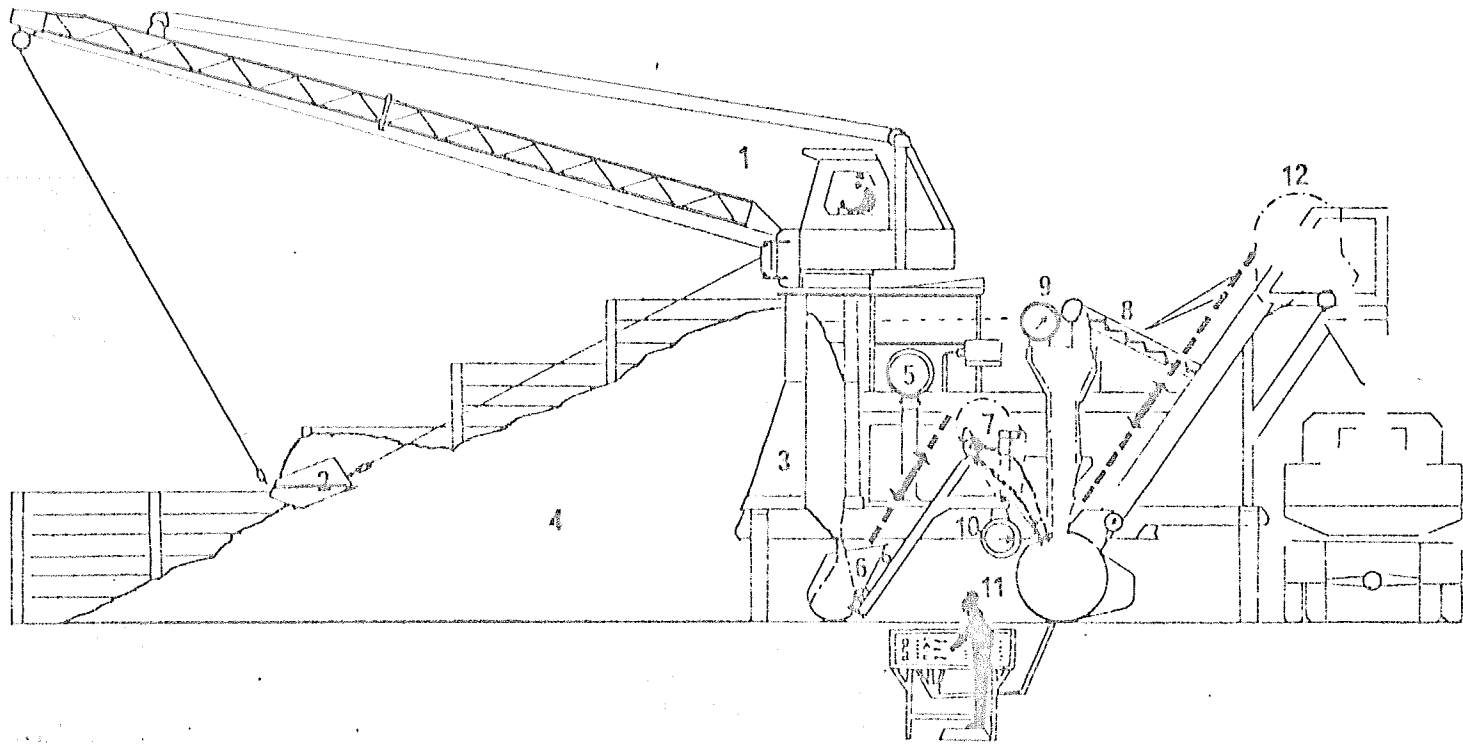
- D-1.- Eficiencia de dosificación (mezclado, pesador).
- D-2.- Eficiencia de manejo de consola.
- D-3.- Eficiencia de manejo de dragalina.
- D-4.- Mantenimiento en general.
- D-5.- Procedimiento apegados a los instructivos.

E ESTADO GENERAL DE LA PLANTA.

- E-1.- Drenaje.
- E-2.- Accesos.
- E-3.- Tolvas.
- E-4.- Condiciones mecánicas.
- E-5.- Condiciones de seguridad.
- E-6.- Bandas (observar su inclinación).
- E-7.- Rodillo de bandas.
- E-8.- Eficiencia de dosificación.
- E-9.- Eficiencia de mezclado (tomar tiempo de mezcla do, observar la uniformidad, el agua debe descargarse junto con el cemento).
- E-10.- Limpieza de tinacos de Pozz-Lig.
- E-11.- Pisos.
- E-12.- Limpiadores.
- E-13.- Movimiento de dragalina y cables.
- E-14.- Canjilones.
- E-15.- Engrasado de chumaceras en general.
- E-16.- Agitados de aditivos.
- E-17.- Flujo de cemento, agregados y concreto.
- E-18.- Lavadero de Unidades.

FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE CONCRETO ELBA MIXMOBIL

La escrepa radial (1) acerca los agregados (4) a la -
estrella dosificadora (3) por medio del cucharón (2)-
los agregados se alimentan a la tolva de agregados --
(6) por gravedad y son dosificados por la báscula de-
agregados (5). La tolva de agregados al estar cargada
sube y descarga (7) a la mezcladora (11). Al mismo --
tiempo el cemento (9), de donde se descarga a la mezcla
dora (11). El agua se dosifica con el hidrómetro (10)
y también se descarga a la mezcladora (11). Una vez -
dosificados y mezclados todos los componentes, la mez
cladora continúa mezclando mientras sube y descarga -
(12).



V.-4.- MUESTREO DE CONCRETO EN PLANTAS.

El sistema de muestreo y conservación de los especímenes, lo cual está a cargo del laboratorista de cada planta -- productora de concreto, es parte del control de calidad que se realiza y que sirve como índice para modificar los contenidos -- de cemento, los cuales influyen en forma definitiva en el costo de nuestro producto; Por lo cual, para un mejor informe de éste sistema deberá seguirse cuidadosamente los pasos señalados a -- continuación.

Número de muestras.-

El laboratorio de la planta observará en el programa el volumen de producción, posteriormente consultará la tabla que se anexa para determinar el número de muestras que deberán tomarse.

Intervalo de muestreo.-

El tiempo de producción que se estima según el programa del día, es dividido entre el número de muestras, pudiendo iniciar el muestreo desde el arranque de la producción ó hasta el primer intervalo de muestreo, decisión que deberá tomar -- el laboratorista de la planta.

Una vez que se ha tomado la primera muestra, debe -- incrementarse a la hora de muestreo los intervalos que se han -- determinado, los horarios que resulten se anotarán en la forma -- de muestreo " Control en Obra " correspondientes.

Es muy importante que los horarios de muestreo sean exclusivamente del conocimiento de la persona que se haya dis--

puesto para muestrear y una vez que tenga que realizarlo debe llevarse a cabo sin excepción, ya sea por el tipo de concreto, revenimiento obtenido o cliente.

Procedimiento de Muestreo.-

Los procedimientos de muestreo incluirán todas las precauciones que ayuden a obtener muestras representativas de la naturaleza y condiciones del concreto. En las plantas en que las unidades de 5 m³ se cargan con 3 revolturas de la mezcladora estacionaria, se toma una de las cargas de la mezcladora a la unidad con una cubeta y de la parte medio de la descarga, pasando la cubeta por la vena de descarga al salir de la mezcladora. Esta muestra también se puede tomar deteniendo el tambor de la unidad en el momento de la descarga para que la parte media se vierta por el canalón.

NOTA: En algunas unidades por el desgaste de los alabes del tambor, tendrá que girarse en el sentido de descarga para obtener la muestra.

Tamaño de la muestra.-

El tamaño de las cubetas y de las muestras que se tome, deberá ser superior al necesario. Para la prueba de revenimiento y para moldear 3 cilindros, éste volúmen debe ser aproximadamente de 40 lt.

Remezclado de la muestra.-

La muestra se transportará en una carretilla para concreto con rueda de hule sin pérdida de material, al lugar donde se efectuarán las pruebas y será remezclada para asegurar su uniformidad.

El período entre tomar la muestra y emplearla, será tan corto como sea posible, pero no debe exceder de 15 min. La muestra debe ser protegida en ese intervalo de los rayos del sol y del viento.

V.-5.- Mezclado

«El objeto del mezclado es el de cubrir la superficie de todas las partículas de agregados con pasta de cemento y lograr que todos los ingredientes del concreto formen una masa homogénea; esta uniformidad deberá conservarse hasta el momento en que el concreto quede colocado, tomando, por tanto, una serie de precauciones especiales para lograrlo. Estas precauciones deberán tomarse desde el vaciado de las mezcladoras.»¹

Existen varios tipos de mezcladoras:

Las de tipo basculante en las cuales se descarga la mezcla volteando el tambor o cámara de mezclado;

Las de tipo no basculantes en las que el eje de la mezcladora puede ser: horizontal, lográndose la descarga mediante una compuerta alojada en el cuerpo del tambor o variando el sentido de rotación del mezclado, o bien de eje vertical, llamados de tipo -- turbina que operan en forma similar a las batidoras de pan.

Las mezcladoras basculantes tienen generalmente un -- tambor que afecta la forma cónica o de una taza con aspas en su interior. La eficiencia de la operación de mezclado depende de los -- detalles de diseño, pero desde luego estas mezcladoras permiten -- una descarga rápida sin segregación; son muy recomendables para -- mezclas de baja trabajabilidad y para aquellas que contengan agregados de tamaños grandes.

Las mezcladoras no basculantes tienen la característica de descargar lentamente, haciendo al concreto susceptible de -- segregarse; en particular los agregados gruesos tienen a permanecer en la mezcladora, vaciando primero mortero y al final un conjunto de piedras recubiertas de pasta de cemento.

1) CARSA. CEFERENCIA TECNICA. AV. SAN ANTONIO 461.

Estas mezcladoras casi siempre se cargan mediante un cucharón. Es importante vaciar completamente en cada operación, - evitando que se queden pegados parte de los ingredientes. Algunas ocasiones se monta un vibrador de forma al cucharón, con objeto de lograr más fácilmente el vaciado total.

Las mezcladoras de turbina se emplean generalmente en plantas fijas tales como plantas de premezclados, plantas de precolados y plantas de grandes proyectos de construcción. Estas mezcladoras consisten esencialmente en un recipiente cilíndrico rotatorio alrededor de su eje, con una serie de paletas - también rotatorias alrededor de un eje vertical excéntrico con relación al eje del recipiente, algunas veces el recipiente es estático y el eje de las paletas se mueve siguiendo un recorrido circular alrededor del eje del recipiente, en cualquiera de los dos casos el movimiento relativo entre las paletas y el concreto es el mismo, y el concreto de cualquier sitio del recipiente se mezcla perfectamente. Una serie de cuchillas raspadoras impiden que el mortero se adhiera en los costados del recipiente, y la altura de las paletas pueden ajustarse a manera de impedir la formación de una capa permanente de mortero en el fondo del recipiente. Este tipo de mezcladoras es particularmente eficiente en el manejo de mezclas muy cohesivas y duras, siendo por tanto de uso común en plantas de precolados.

Debemos mencionar que en las mezcladoras de tambor basculantes o no basculantes, una cierta cantidad de mortero se adhiere en los costados del tambor y en las espas, permaneciendo allí hasta que se limpia la mezcladora al finalizar el trabajo del día; por lo anterior se debe tomar la precaución de "Mantequillar" la mezcladora con mortero para evitar que al comenzar el proceso de mezclado se obtenga una revoltura carente-

de trabajabilidad.

En este tipo de mezcladoras, la mezcla se efectúa por la caída continua de los ingredientes por efecto de la gravedad y esto explica que exista una velocidad óptima arriba de la cual es inconveniente hacer girar el tambor, pues los ingredientes pueden tender a permanecer pegados a las paredes por el efecto de la fuerza centrífuga.

Condiciones de empleo de las mezcladoras

La velocidad de rotación de las mezcladoras no debe ser muy pequeña (Mezclado muy tardado y por tanto, poca producción horaria), ni muy elevada (Problema del efecto de fuerza centrífuga en las mezcladoras de tambor y de ruptura de uniformidad en las mezcladoras de tipo turbina).

La velocidad óptima de las mezcladoras la proporcionan generalmente los fabricantes, pero la podemos estimar mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{20}{\sqrt{D}}$$

En que:

n= Velocidad en revoluciones/minuto

d= Diámetro máximo del recipiente o tambor en metros.

El tiempo de mezclado depende en principio:

- Del tipo de mezcladora
- De la velocidad de rotación de la mezcladora.
- De su capacidad
- De la trabajabilidad del concreto
- Del tamaño máximo de los agregados.

Por tanto existirá una duración óptima de mezclado para cada caso. La experiencia demuestra que un tiempo entre 60 y 100 segundos es recomendable para la mayor parte de las mezcladoras de capacidad media.

Existen tabulados los tiempos de mezclado recomendables para cada capacidad de mezcladora; podemos aplicar la siguiente fórmula:

En que:

$$t = k \sqrt{d}$$

t= Tiempo en segundos

d= Diámetro máximo del recipiente o tambor

k= 90 para mezcladoras de eje horizontal

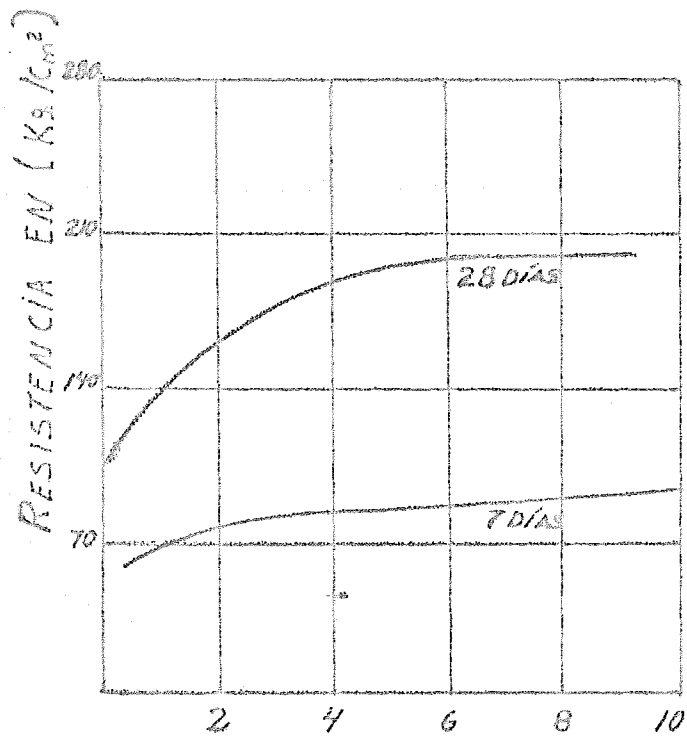
k= 120 para mezcladoras de eje inclinado.

No debe perderse de vista la tendencia generalizada a mezclar el concreto lo más rápidamente posible siendo por tanto, primordial determinar el tiempo de mezclado mínimo para lograr una mezcla homogénea; estrictamente hablando no es el tiempo de mezclado sino el número de revoluciones de las mezcladoras lo que define un mezclado adecuado.

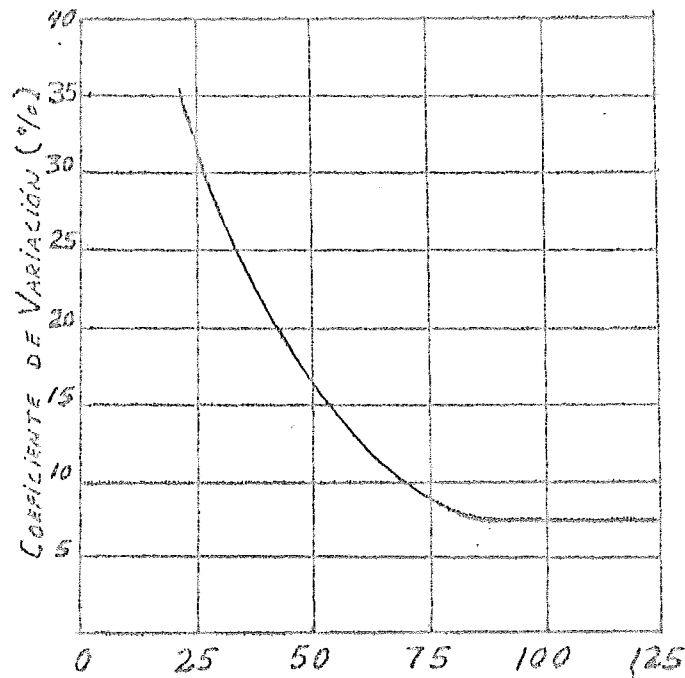
Para una determinada mezcladora existe una relación entre tiempo de mezclado y uniformidad de la mezcla; las figuras 1 y 2 muestran la influencia del tiempo de mezclado en la resistencia del concreto y en el coeficiente de variación.

Se observa de la Fig. 1 que la resistencia promedio aumenta con el tiempo de mezclado, pero que el aumento importante dentro de los primeros 2 minutos y se vuelve despreciable para tiempos de mezclado de mayor duración.

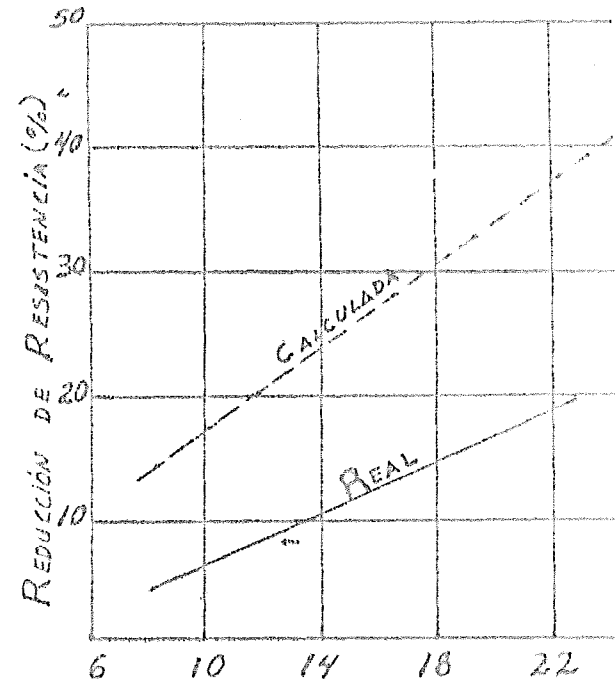
Por lo que se refiere a la influencia del tiempo de mezclado sobre el coeficiente de variación, la Fig. 2 indica que



TIEMPO DE MEZCLADO
(MINUTOS)
Fig. 1



TIEMPO DE MEZCLADO
(SEGUNDOS)
Fig. 2



A/C ADICIONAL (%)
Fig. 3

GRÁFICAS OBTENIDAS EN: CARSA. GERENCIA TÉCNICA. AV. SAN ANTONIO 461.

MEXICO, 01180. D.F.

tiempos menores a 1 minuto o 1 1/4 producen concretos de resistencia muy variable mientras que para tiempos de mezclado mayores, ya prácticamente no disminuye el coeficiente de variación.

Como se mencionó anteriormente, el tiempo de mezclado depende de varios factores y será recomendable obtener el óptimo para cada caso, pero en forma general se pueden recomendar los tiempos de mezclado de la siguiente tabla:

Capacidad de la mezcladora en yd ³	Tiempo de Mezclado en Minutos	
	Bureau of Reclamation	American Concrete Institute(ACI)
Hasta 1	1 1/2	1
2	1 1/2	1 1/4
3	2	1 1/2
4	2 1/2	1 3/4
5	2 3/4	2
6	3	2 1/4

El tiempo de mezclado debe registrarse desde el momento en que todos los materiales sólidos hayan sido introducidos a la mezcladora, siendo usual especificar que toda el agua se introduzca antes de haber transcurrido un cuarto del tiempo de mezclado.

Cuando se emplean agregados ligeros el tiempo de mezclado no debe ser menor a 5 minutos y frecuentemente se divide en 2 minutos de mezcla del agregado con el agua seguidos por 3 minu-

tos de mezcla ya con el cemento.

A continuación se dan algunas recomendaciones para lograr un buen proceso de mezclado: 1) Antes de iniciar el proceso debe examinarse la mezcladora para ver si las espas y el interior del tambor o recipiente están limpios: 2) verificar, en su caso, si el contador de revolturas y el medidor del tiempo de mezclado trabajan correctamente: 3) comprobar que el tambor o recipiente de la mezcladora sea estanco: 4) - limitar el volúmen de las revolturas a la capacidad de la mezcladora o permitir una sobrecarga máxima de un 10%; si la capacidad de la mezcladora no se encuentra en su placa respectiva, se puede determinar observando cual es el volúmen máximo que puede manejar la mezcladora sin derramar ingredientes ni provocar segregación a la descarga: 5) los ingredientes (cemento, puzolanas, y los agregados finos y gruesos) deben introducirse a la mezcladora simultáneamente y en tal forma que el flujo de estos a la mezcladora se efectúe en el mismo período de tiempo: 6) el agua debe proceder en un 5 ó 10% a la entrada de los demás ingredientes y otra cantidad deberá seguir entrando al introducirse todos los ingredientes: 7) - debe verificarse que se cumpla con los tiempos mínimos de mezclado especificados para cada caso, cuidando también de no caer en el sobre mezclado que es objetable debido a la acción de rozamiento entre los agregados, que provoca calor y produce cierto porcentaje extra de finos.

Un mezclado intermitente de hasta 6 horas, no afecta la durabilidad y resistencia del concreto pero en cambio la trabajabilidad disminuye notablemente. El aumento de agua para restaurar la trabajabilidad se conoce como reposición del revenimiento (Retempering) y disminuirá la resistencia. Sin-

embargo como puede observarse en la Fig. 3 la disminución es bastante menor a la que se esperaba de la consideración de la relación agua/cemento.

Manejo y Colocación

Un sistema para el transporte del concreto fresco deberá suministrar un producto uniforme económicamente. Esto puede llevarse a cabo mediante canalones, bandas, camiones, "buggys", carretillas, baldes y bombas.

Si el concreto se maneja inadecuadamente ocurrirá la segregación; es decir se perderá la distribución uniforme de las partículas logradas en el mezclado. Algunas medidas para prevenir la segregación durante las operaciones de transporte son las siguientes:

1.= Descárguense el concreto verticalmente en el centro de tolvas o baldes. No se permita que el concreto golpee contra las paredes y deslize hacia el fondo.

2.= Descárguense verticalmente de las tolvas o baldes al centro de "buggys", carretillas o camiones.

3.= Utilíce un tubo de descarga en el extremo de las bandas transportadoras.

4.= Prohíbese el uso de canalones largos y de poca pendiente. La mínima pendiente de un canalón será de 1 en 2.

5.= Prohíbese la alteración de la consistencia del concreto para satisfacer requisitos de transporte.

6.= Prohíbese la caída libre vertical del concreto, especialmente sobre acero de refuerzo.

7.= En forma profundas utilízese "Trompas de elefante" y llénese en capas horizontales uniformes.

En la colocación como en el transporte del concreto el principal objetivo es conservar la uniformidad de la masa.

Algunas precauciones para evitar la segregación durante la colocación son las siguientes:

1.= No se permita que el concreto caiga en las formas desde una altura mayor de 90 cm. Sin utilizar un tubo.

2.= No se descargue el concreto contra las formas según un ángulo oblicuo.

3.= Conservese la superficie del concreto fresco a nivel.

4.= En las pendientes iníciase la colocación desde el fondo para hacer posible la compactación.

5.= Estúdiase y prográmese la secuencia de colocación de tal forma que cada nueva capa se coloque mientras el concreto inferior se encuentra aún en estado plástico.

V.-6.-Cálculo de la Proporción base para Concreto Premezclado

Corrección por contaminación de tamaños.

Corrección por humedad y absorción.

"Para calcular la proporción base de un concreto, es necesario conocer el peso específico del cemento, de la arena y de la grava; la relación agua-cemento en peso; la relación grava-arena en peso y los porcentajes: en que cada fracción de la -- clasificación por tamaños de las gravas."¹

Si no se tiene el dato preciso del peso específico del cemento, podrá emplearse 3.15 sin que se cometa un error de -- consideración.

El peso específico de la grava y de la arena, así como -- el por ciento de absorción, se determinan mediante pruebas de laboratorio. El peso específico comunmente llamado densidad se podrá determinar para materiales sacos o considerándolos saturados y sacos superficialmente. La mayoría de las personas -- que trabajan en concretos, usan esta última condición de saturados y secos superficialmente, porque consideran que así es -- como se encuentran al producirse el concreto.

En estas condiciones es como se considera para el presen -- te caso.

Si se tienen agregados del Distrito Federal, las densida -- des y absorciones son las siguientes:

Arena, pasa malla No.4 de 4.75mm(3/16")	<u>Densidad</u>	<u>Absorción, %.</u>
	2.38	6.36
Grava No. 1 de 4.75 mm. a 19.0 mm(3/16" a 3/4").	2.36	5.88
Grava No. 2 de 19.0mm. a 38.0mm(3/4" a 1 1/2")	2.36	5.42

1) UNAM. FAC. DE ING. CENTRO DE EDUCACION CONTINUA. CURSO PARA RESIDEN -- TES DE ZONA, DE RIEGO, DIPARTIDO POR EL IC. ADOLFO POEHA PORTAL. MEXICO, D.F., JULIO DE 1972.

La relación grava-arena, es muy importante que sea lo más alta posible, es decir que el concreto tenga el menor contenido de arena, del orden de 30 a 40 por ciento. Entre menos arena se tenga el concreto requerirá menor consumo de cemento, tendrá menores contracciones por cambios volumétricos, por efectos de cambios de temperatura o de mojado y secado, lo que da por resultado mayor durabilidad. Se tendrá el inconveniente de tener un concreto de -- no muy fácil colocación, pero es necesario tener en cuenta que un concreto áspero es bueno, si se puede colocar ciertamente con el empleo de un vibrador.

En este caso se considerará 35% de arena y 65% de grava; luego la relación.

$$\text{Grava-Arena es: } \frac{65}{35} = 1.86$$

La relación agua-cemento será necesario determinarla de acuerdo con la resistencia que se trate de obtener para lo -- cual tentativamente se podrá emplear la siguiente tabla.

Relación Agua-Cemento	Resist. Probable a la
En Peso	Compresión a 23 días;
	Kg/Cm ² .
0.36	420
0.45	350
0.53	280
0.62	225
0.71	175
0.80	140

Será necesario hacer varias mezclas para que con pruebas de laboratorio se compruebe que se obtiene la resistencia deseada. Es necesario considerar que los valores indicados no son iguales para todos los cementos, luego será necesario efectuar los estudios precisamente con el cemento que se vaya a emplear.

Para el presente caso se supone que la resistencia deseada f'_c sea 250Kg/cm² a 28 días. Es conveniente efectuar la primera prueba con la relación agua-cemento de 0.53 y efectuar otras pruebas con relaciones agua-cemento ligeramente superiores o inferiores para tener varios resultados y elegir el más conveniente.

Es necesario definir el revenimiento considerado, pero deberá optarse por el más bajo posible, ya que ésto redundará en menor consumo de cemento, menores contracciones por secado en el concreto y menor probabilidad de que se presenten grietas por resecamiento prematuro en concreto plástico.

En este caso especial, se considera que el revenimiento sea de 7 Cm, que es el que se recomienda para pavimentos o losas en el revestimiento de canales.

Es necesario tener una idea aproximada del consumo de cemento por metro cúbico que se va a tener, pero en una forma empírica, se puede partir de que se empleará un kilo de cemento por M³ de concreto por cada kilo por Cm² de resistencia más 50 kilos, lo cual seguramente es insuficiente, pero en los ajustes de la mezcla inicial de prueba, se encontrará que no se obtiene el revenimiento deseado y será necesario hacer adiciones de agua y cemento en la relación fijada y ésto subirá el consumo de cemento por M³, que finalmente se calculará de acuerdo con las adiciones hechas. Luego en este caso se iniciarán los cálculos con 300 Kg/M³.

Antes de efectuar los cálculos, se hace la deducción de una fórmula que se empleará para calcular los kilos de arena que entran en un m³. de concreto.

La notación que se emplea es la siguiente:

V_a = Volúmen Arena

V_g = Volúmen Grava

V_{ag} = Volúmen Arena y Grava

D_a = Densidad de Arena

D_g = Densidad de Grava

P_a = Peso de Arena

P_g = Peso de Grava

$\frac{P_g}{P_a}$ = Relación Grava-Arena = R

Por conocimientos elementales de física, sabemos que -
Peso entre Volúmen es igual a densidad o sea $\frac{P}{V} = D$

Así tenemos para la arena

$$\frac{P_a}{V_a} = D_a \quad (1)$$

Para la grava (2)

$$\frac{P_g}{V_g} = D_g$$

Se sabe que el volúmen de 1 m³. de concreto es igual al volúmen de los agregados V_{ag} más el volúmen del cemento y el agua

o sea la lechada V_L

$$V_t = V_{ag} + V_L$$

donde:

$V_L = \text{Vol de Lechada}$

$$V_{ag} = V_L - V_L$$

El volúmen de agregados está formado por el volúmen de arena más el volúmen de grava o sea.

$$V_a + V_g = V_{ag} \quad (3)$$

Despejando V_a y V_g de las ecuaciones (1) y (2) y sustituyendo en la ecuación (3) se tiene:

$$V_a = \frac{P_a}{D_a} ; \quad V_g = \frac{P_g}{D_g} \quad \text{luego}$$

$$\frac{P_a}{D_a} + \frac{P_g}{D_g} = V_{ag}$$

Efectuando la suma

$$\frac{P_a D_g + P_g D_a}{D_a \cdot D_g} = V_{ag}$$

Quitando el denominador

$$P_a D_g + P_g D_a = V_{ag} \cdot D_a \cdot D_g \quad (4)$$

$$\text{Como } R = \frac{P_g}{P_a}$$

$$\text{Se tiene } P_g = P_a \cdot R$$

Sustituyendo en ecuación (4)

$$P_a D_g + P_a \cdot R D_a = V_{ag} \cdot D_a \cdot D_g$$

Sacando como factor común a P_a

$$P_a (D_g + R D_a) = V_{ag} \cdot D_a \cdot D_g$$

Despejando P_a

$$P_a = \frac{V_{ag} \cdot D_a \cdot D_g}{D_g + R \cdot D_a} \quad (5)$$

En el ejemplo que se va a estudiar se tiene.

Cemento	250 + 50 + 300
Agua-Cemento	0.53
Relación grava-arena	1.86
Densidad del cemento	3.15
Densidad de arena	2.38
Densidad de grava	2.36

Cuando se produce concreto se presenta un aspecto que es necesario tomar en cuenta, ésta es que al ejecutar el mezclado de los ingredientes del concreto, estos atrapan aire que queda dentro de la mezcla en forma de burbujas de diámetros que varían de uno a cuatro o cinco milímetros. El volumen del aire atrapado varía de acuerdo con el tamaño máximo del agregado y de acuerdo con estudios efectuados en distintas instituciones se acepta generalmente la siguiente tabla.

Tamaño máximo de <u>agregado</u>	Cantidad aproximada de aire <u>atrapado en porciento.</u>
9.5 mm. 3/3"	3
12.7 mm. 1/2"	2.5
19.0 mm. 3/4"	2
25.4 mm. 1"	1.5
33.0 mm. 1 1/2"	1
50.3 mm. 2"	0.5
76.0 mm. 3"	0.3
152 mm. 6"	0.2

El tamaño máximo del agregado que se considera en este caso - es de 38.0 mm. (1 1/2") luego se toma 1% o sea que en un metro cúbico de concreto se tendrán 10 litros de aire que deberán ser tomados en cuenta.

Como el tamaño máximo del agregado será de 38.0 mm. 1 1/2", - la grava deberá ser dividida en dos fracciones de clasificación o sea:

Grava No.1 de 4.75 mm. a 19.0 mm. (3/16" a 3/4 ")

Grava No.2 de 19.0 mm. a 38.0 mm. (3/4" a 1 1/2")

Los porcentajes en que entran estas gravas en el total de agregado grueso, varían según su forma y textura quedando que la grava-

No. 1 puede variar desde el 35 hasta 75%. En el presente caso se considera 40% de grava No. 1 y 60% de grava No. 2.

Para el cálculo de la proporción, es necesario calcular el volúmen de cemento por metro cúbico de acuerdo con su densidad; el volúmen de agua por metro cúbico de acuerdo con la relación agua-cemento y el volúmen de aire de acuerdo con lo indicado en la tabla anterior.

Estos tres resultados se suman y el total se resta de - 1000 Litros que forman un metro cúbico; con la diferencia y - los valores de las densidades y la relación grava-arena, se - emplea la fórmula (5) para conocer el peso de la arena por - m³ de concreto y con el valor de la relación grava arena, se - calculan, los kilos de grava que entran por metro cúbico.

Con objeto de aclarar lo anterior enseguida se hace un ejemplo con los datos indicados.

Ejemplo del cálculo de la proporción base para un concre to.

$$\text{Volúmen de cemento por m}^3. \quad 300 \div 3.15 = 95 \text{ Litros.}$$

$$\text{Volúmen de agua por m}^3. \quad 300 \times 0.53 = 159 \text{ Litros.}$$

$$\begin{array}{l} \text{Volúmen de aire atrapado} \\ \text{por m}^3. \quad 1000 \times 0.01 = \frac{10}{264} \text{ Litros.} \\ \text{Volúmen} \end{array}$$

$$\text{Volúmen de agregados por m}^3=1000 - 264 = 736$$

Aplicando la fórmula (5) se tiene

$$P_a = \frac{736 \times 2.38 \times 2.36}{2.36 + (1.86 \times 2.38)} = \frac{4134}{6.79} = 609$$

$$\text{Peso de grava } 1.86 \times 609 = 1133$$

Para conocer si los valores obtenidos son correctos, se lleva a cabo una comprobación sumando los volúmenes absolutos de cemento, agua, aire, arena y grava; el valor de la suma deberá ser igual a 1000 litros más o menos 1 litro que en ocasiones se tiene por las aproximaciones de las cifras decimales.

Volúmen de cemento	$300 \div 3.15$	= 95 Litros
Volúmen de agua	300×0.53	= 159 Litros
Volúmen de aire	1000×0.01	= 10 Litros
Volúmen de arena	$609 \div 2.33$	= 256 Litros
Volúmen de grava	$1133 \div 2.36$	= 480 Litros
		<hr/>
Volúmen total.		1000 Litros

El siguiente paso es calcular la proporción base en peso o sea expresarla tomando como unidad un kilogramo de cemento, para lo cual se divide el peso de la arena y de la grava entre el peso del cemento.

$$609 \div 300 = 2.03$$

$$1133 \div 300 = 3.78$$

Pero como la grava estará dividida en 40% y 60% se tiene

$$\text{Grava 1 : } 3.78 \times 0.4 = 1.51$$

$$\text{Grava 2: } 3.78 \times 0.6 = 2.27$$

Luego la proporción base en peso es:

Cemento	1.00
Arena	2.03
Grava No. 1	1.51
Grava No. 2	2.27
Agua	0.53

Con esta proporción se hace una mezcla de prueba pero se deberá tomar en consideración la humedad que tengan los agregados para sostener la relación agua-cemento especificada.

El tamaño de la mezcla dependerá de los cilindros de - - prueba que se deseen tener para ser probados a distintas edades. Si se desean colar seis cilindros, se calcula el volúmen de éstos aproximadamente y al resultado se le aumentará un 20% como exceso, para no tener que emplear el total de la mezcla.

Así se tiene:

Volúmen de 6 cilindros de 15 cm. de diámetro por 30 cm de altura más 20%

$$\frac{3.14 \times 15^2}{4} \times 30 \times 6 \times 1.2 = 38.160 \text{ dm}^3$$

La cantidad de cemento y de los demás componentes de acuerdo con la proporción base para dar un volúmen de 39 litros, se calcula con una proporción geométrica como se indica a continuación:

$$300 : 1000 :: X : 39$$

$$X = \frac{300 \times 39}{1000} = 11.700 \text{ Kgs.}$$

Para no tener fracciones se tomarán 12 Kg. de cemento.

Como lo más probable es que esta mezcla no dará el revenimiento deseado se prepararán adiciones de cemento y agua - con relación agua-cemento de 0.53 haciendo la siguiente tabla.

A D I C I O N E S

<u>Cemento</u>	<u>Agua</u>
100	53
200	106
300	159
400	212
500	265
1000	530

Para determinar la humedad de la arena y de las gravas - se toma una muestra de cada material, se pesa con 0.1 gramo de aproximación, se seca, se deja enfriar y se pesa nuevamente.

La humedad se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad en \%} : \frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$$

Donde: P_h = Peso húmedo

P_s = Peso seco

En este ejemplo se tiene el siguiente registro.

	<u>Arena</u>	<u>Grava 1</u>	<u>Grava 2</u>
Peso húmedo	400.0	500.5	600.7
Peso seco	303.2	491.6	593.3
Agua	16.8	8.9	7.4
Humedad en %	3.38	1.81	1.25

Es conveniente efectuar estas pruebas con dos muestras de cada material ó dividir una muestra en dos partes para comprobar - que no se cometió alguna equivocación o se tuvo pérdida accidental de alguna partícula en la operación y tomar el promedio. En la determinación de la humedad de las gravas se llega a tener resultados algo dispersos pero se tomará el promedio.

Para efectuar las correcciones a la proporción base por - humedad y absorción, se trabaja en el siguiente cuadro.

Proporción Base	Pesos por Revoltura	Humedad %	Kg	Absorción %	Kg	Pesos corregidos.
Cemento 1.00	12.000					12.000
Arena 2.03	24.360	4.38	+ 1067	6.36	- 1549	23.878
Grava1. 1.51	18.120	1.81	+ 328	5.88	- 1065	17.383
Grava2. 2.27	27.240	1.25	+ 340	5.42	- 1476	26.104
Agua. 0.53	6.360		- 1735		+ 4090	8.715
7.34	88.080					88.080

A D I C I O N E S .

<u>Cemento.</u>	<u>Agua</u>	<u>Rev.</u>
200	106	
<u>400</u>	<u>212</u>	7.5
600	318	

En el presente ejemplo se supone que fue necesario hacer dos adiciones una de 200 g. y otra 400 g. con sus aguas correspondientes para dar el revenimiento deseado que se supone de 7.5 cm. y que está dentro de la tolerancia ya que ésta es de ± 2.5 cm. de

de más o de menos por tratarse de que el revenimiento específico es de 7 cm.

Es necesario calcular el consumo y la proporción base - del concreto resultante, para lo cual se procede en la siguiente forma:

Materiales empleados.		Proporción Base		Densidades.	=	Volúmenes		
Cem.	12.600	1.00	÷	3.15	=	0.317		
Ar.	24.360	1.93	÷	2.38	=	0.811	$\frac{1}{3.192}$	$\frac{X}{=990}$
G. 1.	18.120	1.44	÷	2.36	=	0.610		
G. 2.	27.240	2.18	÷	2.36	=	0.924	X =	$\frac{990}{3.192}$
Ag.	6.678	0.53	÷	1.00	=	0.530		X=310Kg/m ³
SUMA:						3.192		

Para comprobar se hace un cálculo con la proporción base resultante para un metro cúbico y se verá si el volumen resulta de 990 litros que con 10 litros de aire atrapado de 1 m³.

Proporción Base		Cantidades por 1 m ³ .	Densidades	Volúmenes.
Cem.	1.00	310.000	3.15	98.412 Litros
Ar.	1.93	598.300	2.38	251.386 Litros
Gr. 1.	1.44	446.400	2.36	189.153 Litros
Gr. 2.	2.18	675.800	2.36	186.356 Litros
Ag.	0.53	164.300	1.00	164.300 Litros
SUMA:				989.607 Litros

Se tiene un error de 0.393 litro o sean 393 ml. que no es de mucha importancia en un metro cúbico.

Para trabajo en una planta de producción de concreto se puede dar la proporción base en peso o en kilogramos por metro-cúbico. La primera servirá cuando se tenga una mezcladora pequeña de menos de un metro cúbico y la segunda cuando se tenga una mezcladora grande para mezclas de un metro cúbico o más.

La prueba descrita se llevó a cabo en el laboratorio donde se tienen los agregados clasificados sin ninguna contaminación apreciable de otros tamaños; pero en las obras no es posible tener una clasificación correcta totalmente, sino que los agregados que se producen en las plantas clasificadoras, siempre tienen una contaminación de otros tamaños que es necesario conocer para efectuar los ajustes necesarios con objeto de que se conserve la granulometría de la proporción base.

Las contaminaciones de otros tamaños en los agregados -- tienen una tolerancia máxima de 5% de supra-tamaño en la arena y 10% de infra y supra-tamaño en las gravas. Cuando se sobrepasan estos límites se deberá rechazar el material. El motivo de estos defectos de clasificación se puede deber a que las mallas estén rotas o desgastadas, o a que el material tenga mucha humedad superficial y en este caso, la arena se adhiere a las mallas dificultando el peso del material.

Se deberá determinar la contaminación de los agregados de cada colado o si es producción rutinaria, diaria se harán las determinaciones tres veces al día por lo menos.

La corrección se efectúa con el siguiente cuadro, donde se indican las operaciones que se deben hacer a la proporción base para tener la llamada proporción de campo, a la cual se le

harán las correcciones por humedad y absorción en la misma forma que se hicieron para la prueba de laboratorio.

Suponiendo que por las pruebas se tuvieron los siguientes resultados.

Arena.- Arena 93.6%. Grava 1, 6.4%.

Grava 1. Arena 2.5%. Grava No. 1, 90.3%, Grava 2, 7.2%.

Grava 2. Grava No. 1, 3.8%, Grava 2, 96.2%.

Las contaminaciones se permiten únicamente de los tamaños inmediatos.

A continuación se encuentra un cuadro que se emplea para efectuar las correcciones por contaminación de otros tamaños y por humedad y absorción de los agregados.

Intencionalmente se llena este cuadro con números escritos a mano ya que así es como efectivamente se trabaja en los laboratorios de las obras.

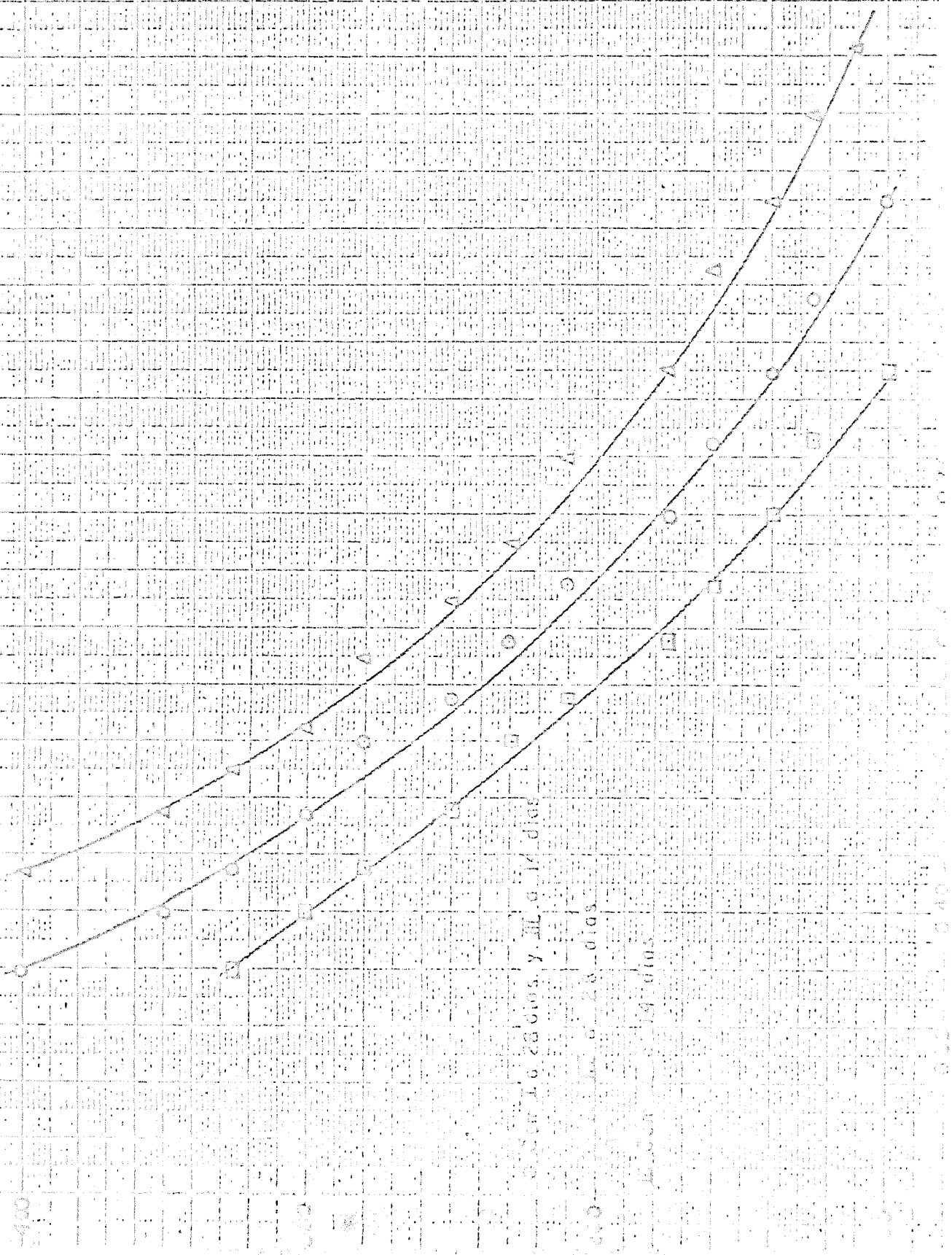
Se anexa una gráfica que podrá servir como guía para elegir tentativamente para el estudio de la mezcla de prueba, la relación agua-cemento en peso de acuerdo con la resistencia que se desea obtener, para que con los resultados de los estudios se fije la más conveniente.

También se adjunta un cuadro que podrá ser empleado en forma rutinaria para el diseño de mezclas de concreto.

Este cuadro ha sido llenado con los datos y resultados del ejemplo que se siguió en las hojas anteriores.

CONCLUSION:

Será necesario efectuar pruebas de laboratorio - para el diseño de mezclas, siempre que se tengan variaciones en el tipo o marca del cemento, cuando varíen - las propiedades físicas de los agregados o cuando se -- desea emplear o variar algún aditivo, ya que el concreto no se sujeta a técnicas y especificaciones en las - que se le quiere encerrar porque hágase lo que se haga- y dígase lo que se diga " El Concreto siempre es el que tiene la última palabra ".



Series 1: Triangles, 14 días

Series 2: Circles, 20 días

Series 3: Squares, 28 días

Corrección de Mezclas.

PLANTA N° 3 FECHA 5 JULIO 1982 f_c 250 Kg/cm² REV. 7.5 c

Mezcla	Grava 2			Grava 1				Arena		
Grava 2	2.18			1.44				1.93		
Grava 1	3.9			2.6				3.5		
	%	G2	G1	%	G2	G1	A	%	G1	A
Grava 2	96.2	2.18	-0.11	7.2		+0.11				
Grava 1	3.8	-0.09		90.3	-0.09	1.44	-0.13	6.4		+0
Arena				2.5		+0.04		93.6	-0.04	1
Correcciones.	2.18 + 0.09 + 0.11			1.44 + 0.11 + 0.04 - 0.13 - 0.09				1.93 + 0.13 - 0.		
Mezcla del Campo	2.16			1.37				2.02		
	2.18 : 96.2 :: X : 3.8			1.44 : 90.3 :: Y : 2.5 :: Y = 0.04				1.93 : 93.6 :: X		
	X = 0.09			1.44 : 90.3 :: Y : 7.2 :: Y = 0.11				X = 0.13		

Materiales	Mezcla de Campo	Peso de Mat. por un m ³ de Revoltura (Kg.)	Humedad de los Materiales.		Absorción.		Pesos Finales de Materiales (Kg.)	
			%	Kg.	%	Kg.		
Cemento	1.00	310						310
Grava Azul	2.02	626	7.25	+ 45	6.36	- 40		631
Grava de Top.				+		-		
Grava 1	1.37	425	3.52	+ 15	5.88	- 25		415
Grava 2	2.16	670	3.10	+ 21	5.42	- 36		655
Grava	0.53	164		- 81		+ 101		184
Agua								
Totales	7.08	2195						2195

Contenido de cemento por un metro cúbico de concreto: Kg. 310 kg/m³

Observaciones.

EDAD DIAS	FECHA DE PRUEBA	RESISTENCIA kg/cm^2	PROMEDIO	OBSERVACIONES
3	8 Jul.			
3				
7	12 Jul.			
7				
28	2 Agt.			
28				

CULOS. Nueva consuma de cemento				
12.600	1.00	3.15	0.317	
24.360	1.93	2.38	0.811	
18.120	1.44	2.36	0.610	$\frac{9.90}{3.192} = 310 \text{ kg/m}^3$
27.240	2.18	2.36	0.424	
6.678	0.53	1.00	0.530	Aire atrapado 1.2%
Suma			3.192	

Cantidades de materiales por 1 m^3 concreto					
esta	1.00	310.000	3.15	98.412	Litros
ra.	1.93	598.300	2.38	251.386	"
va N. 1	1.44	446.400	2.36	189.153	"
ca N. 2	2.18	675.800	2.36	286.356	"
ra	0.53	164.300	1.00	164.300	"
Suma				989.607	"

990.000
 989.607
 0.393 → Error

V.7.-SEGUNDO METODO DE PROPORCIONAMIENTOS BASE

PARA CONCRETO.

"En base al tipo de material la variación de la densidad será diferente, por lo tanto, para los siguientes valores de arena y grava daremos una tabla de proporcionamiento base y otra de consumos de concreto."¹

Para densidades de arena y grava tenemos:

ARENA: 2.33 ; GRAVA: 2.35 ; CEMENTO: C-2

Notación: Ejemp. N- 3/4-10

N- Normal.

3/4- Tamaño Máximo de Agregado.

10- Revenimiento.

T.M.A.-Tamaño Máximo de Agregado.

F'c-Esfuerzo Permisible a la Compresión.

G1- Grava 1 o sea 3/4"

G2- Grava 2 o sea 1 1/2"

1a.- Material retenido en la malla No. 4

1b.- Material retenido en la malla 3/8.

Los consumos de cemento varían conforme a la desviación estandar de las resistencias, así como también por la densidad, contaminación de los materiales y tipo de cemento.

1) CARSA, GERENCIA TECNICA. AV. SAN ANTONIO 461.

MEXICO, 01180., D.F.

PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Se considera que tipo de concreto se requiere por Ejem:
 Concreto N- 3/4 - 10; $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$.

Tomamos la tabla de consumos de cemento y buscamos - -
 N-3/4 - 10 y la resistencia deseada que será de 250 en la inter-
 sección vemos que aparece el número 358 que será el valor en -
 Kg/m^3 , posteriormente en la tabla de proporcionamientos base -
 buscamos N- 3/4 - 10 con 358 Kg/m^3 de cemento y tenemos que de - +
 Arena serán 628 Kg/m^3 ; $G1 = 1005 \text{ Kg/m}^3$ y de Agua 197 Lts./ m^3 .

Antes de empezar nuestra corrección de mezclas necesita-
 mos hacer el cálculo de contaminaciones, consideraremos el si--
 guiente estudio: Según la forma de cálculo de contaminaciones -
 el cálculo granulométrico de la arena y la grava es lo estipula-
 do en dicha forma, que también toma en cuenta la humedad.

Ahora sí podemos continuar con la corrección de mezclas,
 como de arena tenemos 628 lo colocamos en el renglón de peso ba-
 se (Kg/m^3) y 1005 Kg/m^3 en su lugar correspondiente, como tene-
 mos 6.8% de arena en Grava 1 (En el cálculo de Contaminaciones)
 lo ponemos en la corrección de mezclas, así también con 10.10%-
 de $G1$ en la arena; restando al 100% de cada uno de los porcenta-
 ges anteriores obtenemos 93.2 de Grava 1 en Grava 1 o sea por--
 centaje que domina Así también será el 89.9 de arena en arena.

Dividiendo $\frac{6.8}{93.2} = 0.07296$ que es el coeficiente.

De la Grava 1 y dividiendo $\frac{10.10}{89.9} = 0.11234$ que será el-

correspondiente al de la arena,

PLANTA: _____

FECHA: _____

CÁLCULO DE CONTAMINACIONES

ARENA		GRAVA 1		GRAVA 2	
Kg.	%	Kg.	%	Kg.	%
21.700	89.90	Ar. 1.600	6.8		
2.450	10.10	1a. 6.750	28.6	Ar.	
		1b. 11.700	49.6	G1	
		G2 3.550	15.0	G2	
24.150	100.00	23.600	100.0		
Ar.		Ar.		Ar.	
G1		1a.		G1	
		1b.		G2	
		G2			
Ar.		Ar.		Ar.	
G1		1a.		G1	
		1b.		G2	
		G2			

CÁLCULO DE HUMEDADES

ARENA		GRAVA 1		GRAVA 2	
Peso húmedo	270.0	Peso húmedo	326.0	Peso húmedo	
Peso seco	246.0	Peso seco	305.0	Peso seco	
	9.76%		6.89%		
Peso húmedo		Peso húmedo		Peso húmedo	
Peso seco		Peso seco		Peso seco	
Promedio		Promedio		Promedio	

CORRECCION DE MEZCLAS

Planta _____ f'c 250 Tamaño máximo mm 20
 Fecha _____ Tipo N Revenimiento 10

Observaciones _____

0.07296 0.11234

especies base Kg/cm ²	GRAVA 2			GRAVA 1			ARENA			
	%	Grava 2	Grava 1	%	Grava	Graco	Arena	%	Graco	Arena
grava 2			-			+				
grava 1		+			93.50		71	10.15		71
arena					61.60	+73		69.90	-73	
					1007			626		16

Materiales	Unidad	Cantidad Kg	Humedad		Absorción		Cantidad final Kg
CEMENTO	Kg	358					358
MEZCLANA	Kg						
ARENA	Kg	626	9.76	+ 61	9.66	- 60	627
GRAVA 1	Kg	1007	6.89	+ 69	5.67	- 59	1017
GRAVA 2	Kg			+			
AGUA	Kg	197		- 130		+ 119	166
Res-lig	Kg						
RES	Kg	2188					

NOTA

$$626 \times 0.0976 = 61.09 \dot{=} 61$$

$$626 \times 0.0966 = 60.47 \dot{=} 60$$

$$1007 \times 0.0689 = 69.38 \dot{=} 69$$

$$1007 \times 0.0587 = 59.11 \dot{=} 59$$

Se suman los coeficientes de 61 + 69 de la humedad y nos dá -
-130; también se suman los de la absorción; 60 + 59 = 119

Después se suman:

$$626 + 61 - 60 = 627 \text{ Kg/m}^3 \text{ de Arena}$$

$$1007 + 69 - 59 = 1017 \text{ Kg/m}^3 \text{ de Grava 1}$$

$$197 - 130 + 119 = 186 \text{ Lts/m}^3 \text{ de Agua.}$$

Estos pesos corregidos se ponen en el lado derecho inferior -
de la tabla de corrección de mezclas.

Para comprobar se suman estos y debe ser igual la suma de los
de la izquierda.

$$358 + 627 + 1017 + 186 = 2188 \text{ Kg/m}^3$$

Debe ser igual a:

$$358 + 626 + 1007 + 197 = 2188 \text{ Kg/m}^3.$$

De los resultados anteriores se llega a la conclusión que el -
proceso es el correcto.

Por lo tanto, para un concreto de $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$

N - 3/4 - 10 Se tendrán:

$$\text{Cemento} = 358 \text{ Kg/m}^3.$$

$$\text{Arena} = 627 \text{ Kg/m}^3.$$

$$\text{Grava 1} = 1017 \text{ Kg/m}^3.$$

$$\text{Agua} = \underline{186 \text{ Lts/m}^3}.$$

$$\text{SUMA:} \quad 2188 \text{ Kg/m}^3.$$

multiplicando 1005 Kg/m^3 de G1 por 0.07296 obtenemos 73.3248
 $\dot{=} 73$ que será el aumento de arena en grava 1 y como se esta-
 aumentando en G1 quiere decir que le estamos quitando arena-
 a la propia arena (En peso), por lo tanto, lo pondremos -
 con signo negativo, de igual forma para la arena tendremos:
 $628 \times 0.11234 = 70.5495 \dot{=} 71$ este valor se mecaniza de igual
 forma.

Ahora sumamos $1005 - 71 + 73 = 1007 \text{ Kg/m}^3$ y para la-
 arena será: $628 + 71 - 73 = 626 \text{ Kg/m}^3$.

Para comprobar se hace sumando los pesos base que en
 este caso será 1633 Kg/m^3 y que debe ser igual a la suma de-
 los pesos corregidos que es de 1633 por lo tanto, si checa.

Ahora la corrección por humedad y absorción será la-
 que se obtenga en el cálculo de contaminaciones.

Para este caso es de 9.76% de la arena en humedad y-
 6.89% en Grava 1, los cuales se pondrán en su lugar respecti-
 vo de la corrección de mezclas.

Se ponen los pesos nuevos de cada uno en la tabla de
 abajo que son:

Cemento	=	358 Kg/m^3 .
Arena	=	626 Kg/m^3 .
Grava 1	=	1007 Kg/m^3 .
Agua	=	197 Lts/m^3 .

Posteriormente se obtienen las cantidades de aumento
 y reducción de arena, grava 1 y agua, donde:

C O N S U M O S D E C E M E N T O .

fc	C O N S U M O S D E C E M E N T O S .									
	N3/4-10	N11/2-10	R3/4-10	R11/2-10	N3/4-14	N11/2-14	R3/4-14	R11/2-14	N3/4-18	R3/4-18
100	210	210			234	234			260	
150	258	244	294	276	268	274	322	308	288	348
200	318	330	340	332	334	314	358	358	350	408
250	358	358	420	410	394	384	440	444	410	462
300	418	424	502	494	448	438	532	526	492	554
350	518	518	610	610	536	534	636	654	582	
400	570								636	

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 10 cm. T.M.A. 20 min.
 BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
190	800	976	X	190
192	797	573	X	192
194	777	987	X	194
196	774	983	X	196
198	771	980	X	198
200	769	936	X	200
202	779	989	X	190
204	778	988	X	190
206	778	988	X	189
208	777	987	X	189
210	777	987	X	189
212	776	986	X	189
214	778	989	X	186
216	768	998	X	186
218	768	998	X	185
220	771	995	X	185
222	765	995	X	186
224	763	992	X	188
226	761	989	X	190
228	758	986	X	191
230	756	983	X	193
232	746	992	X	192
234	743	996	X	192
236	746	993	X	191
238	746	993	X	190
240	744	990	X	193
242	744	990	X	191
244	742	987	X	193
246	742	987	X	192
248	740	984	X	193
250	741	978	X	195
252	739	975	X	197
254	736	979	X	196
256	736	979	X	195
258	740	977	X	193
260	738	974	X	195

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 10 cm.T.M.A. 20 mm.

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m3.	ARENA Kg/m3.	GRAVA 1 Kg/m3.	GRAVA 2 Kg/m3.	AGUA Lts/m3.
262	729	977	X	196
264	730	978	X	195
266	728	975	X	197
268	728	976	X	196
270	726	973	X	197
272	727	974	X	196
274	725	971	X	197
276	725	972	X	196
278	723	969	X	197
280	712	982	X	196
282	710	980	X	197
284	711	981	X	196
286	709	978	X	196
288	710	979	X	196
290	708	976	X	197
292	711	982	X	193
294	709	979	X	194
296	704	993	X	189
298	703	991	X	191
300	707	996	X	186
302	705	994	X	187
304	694	1000	X	188
306	695	1001	X	187
308	694	999	X	188
310	692	996	X	189
312	690	994	X	190
314	688	991	X	191
316	689	993	X	190
318	688	990	X	191
320	678	996	X	192
322	682	1003	X	187
324	680	1000	X	188
326	685	1007	X	183
328	683	1004	X	184
330	676	1007	X	185
332	674	1005	X	186

PROPORCIONAMIENTOS.

REVENIMIENTO 10 cm.T.M.A. 20 mm.

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
334	670	1005	X	187
336	669	1002	X	188
338	667	1000	X	189
340	665	998	X	190
342	664	1010	X	185
344	663	1008	X	186
346	659	1008	X	187
348	657	1005	X	188
350	648	1011	X	189
352	643	1003	X	194
354	641	1001	X	195
356	640	998	X	196
358	628	1005	X	197
360	627	1003	X	198
362	625	1000	X	199
364	624	998	X	200
366	622	995	X	201
368	621	993	X	202
370	612	997	X	203
372	610	995	X	205
374	609	992	X	206
376	607	990	X	207
378	597	996	X	208
380	595	994	X	209
382	594	991	X	210
384	592	989	X	211
386	584	993	X	212
388	582	990	X	213
390	581	988	X	214
392	579	985	X	216
394	578	983	X	217
396	576	980	X	218
398	535	977	X	218
400	574	1021	X	200
402	572	1019	X	201
404	571	1016	X	202

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 10 cm. T.M.A. 20mm.
 BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m3.	ARENA Kg/m3.	GRAVA 1 Kg/m3.	GRAVA 2 Kg/m3.	AGUA Lts/m3.
406	570	1014	X	203
408	568	1012	X	204
410	567	1009	X	205
412	550	1022	X	206
414	548	1020	X	207
416	547	1018	X	208
418	546	1015	X	209
420	521	1036	X	210
422	519	1034	X	211
424	518	1031	X	212
426	517	1029	X	213
428	516	1026	X	214
430	514	1023	X	215
432	513	1021	X	216
434	512	1018	X	217
436	510	1016	X	218
438	509	1013	X	219
440	508	1031	X	211
442	514	1043	X	203
444	512	1040	X	204
446	511	1038	X	205
448	502	1044	X	206
450	501	1041	X	207
452	499	1039	X	208
454	498	1036	X	209
456	497	1034	X	210
458	496	1031	X	211
460	495	1029	X	212
462	490	1029	X	212
464	489	1027	X	213
466	482	1031	X	214
468	480	1028	X	215
470	476	1029	X	216
472	499	1072	X	189
474	493	1071	X	190
476	492	1069	X	190

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 10 cm.T.M.A. 20 mm.

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
478	491	1066	X	191
480	490	1064	X	192
482	465	1066	X	193
484	484	1064	X	194
486	483	1062	X	194
488	481	1059	X	195
490	476	1061	X	196
492	475	1059	X	197
494	474	1057	X	198
496	473	1054	X	198
498	472	1052	X	199
500	471	1050	X	200

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 10 cm. T.M.A. 40 mm.
 BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
180	769	571	468	180
182	767	571	468	180
184	766	573	469	178
186	761	573	468	180
188	758	571	466	182
190	756	569	465	184
192	756	570	466	182
194	748	572	467	184
196	745	570	466	186
198	743	568	464	188
200	747	575	471	180
202	744	543	469	182
204	745	573	469	182
206	743	576	471	179
208	740	574	470	181
210	738	572	469	183
212	737	575	471	180
214	735	574	469	182
216	734	574	469	181
218	731	575	470	181
220	734	582	475	174
222	732	580	474	175
224	734	585	479	170
226	732	583	477	172
228	726	583	477	173
230	724	582	476	175
232	722	580	474	176
234	714	582	472	178
236	712	580	474	179
238	710	578	473	180
240	705	578	473	182
242	703	576	472	184
244	701	575	470	185
246	694	576	471	187
248	692	565	470	188
250	690	573	469	190

PROPORCIONAMIENTOS	REVENIMIENTO	10 cm.	T.M.A.	40 mm.
BASE	ARENA	2.33	GRAVA	2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
252	692	582	476	181
254	690	580	475	183
256	688	579	473	184
258	683	579	473	186
260	681	577	472	187
262	679	575	471	189
264	672	577	472	190
266	670	575	471	191
268	668	574	469	193
270	661	575	480	194
272	667	579	475	188
274	665	578	473	189
276	666	582	476	187
278	664	580	475	186
280	672	588	481	176
282	668	588	481	178
284	671	591	483	173
286	670	589	482	174
288	660	592	484	176
290	659	591	483	177
292	662	594	485	172
294	656	594	485	172
296	654	593	485	175
298	652	592	484	176
300	646	594	485	177
302	650	597	488	172
304	650	597	488	172
306	645	603	493	168
308	643	601	492	169
310	641	600	491	170
312	635	601	492	172
314	634	600	490	173
316	632	598	490	174
318	628	598	489	175
320	627	597	488	176
322	625	595	487	177

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 10 cm.T.M.A. 40 mm

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
324	619	596	488	178
326	618	595	487	179
328	616	593	486	180
330	615	592	484	181
332	619	596	488	175
334	618	595	486	177
336	607	598	487	178
338	606	597	488	179
340	613	590	483	180
342	607	601	491	174
344	605	599	490	175
346	604	598	489	176
348	600	398	489	177
350	599	596	488	178
352	598	595	487	179
354	590	597	489	189
356	589	596	487	181
358	587	594	487	182
360	582	595	487	184
362	589	603	493	173
364	588	602	492	175
366	585	601	493	176
368	583	600	490	177
370	582	599	489	178
372	579	598	490	178
374	577	597	489	179
376	576	596	487	180
378	571	596	488	181
380	570	595	487	182
382	569	594	486	183
384	563	595	486	184
386	562	593	486	185
388	560	592	484	186
390	555	593	485	187
392	557	595	486	184
394	556	593	486	185

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 10 cm.T.M.A. 40 mm

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
396	552	593	485	186
398	562	521	484	187
400	550	590	483	188
402	547	595	488	185
404	546	594	486	186
406	544	593	485	187
408	541	592	485	188
410	540	591	484	189
412	540	590	482	189
414	538	588	482	190
416	533	589	482	191
418	532	588	481	192
420	529	587	481	193
422	534	593	486	186
424	513	592	484	186
426	525	593	486	187
428	525	592	485	188
430	524	591	483	189
432	519	591	484	190
434	518	590	483	191
436	517	589	482	192
438	514	588	482	193
440	514	568	482	194
442	515	590	482	190
444	511	590	483	191
446	540	589	482	192
448	509	574	481	193
450	504	588	488	194
452	503	587	480	194
454	502	585	479	195
456	499	585	478	196
458	496	564	477	197
460	497	582	476	198
462	496	587	480	194
464	495	585	479	195
466	494	584	478	196

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 10 cm.T.M.A. 40 mm

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m3.	ARENA Kg/m3.	GRAVA 1 Kg/m3.	GRAVA 2 Kg/m3.	AGUA Lts/m3
468	491	584	477	196
470	490	582	476	197
472	499	581	475	198
474	496	581	475	199
476	485	579	474	200
478	484	578	473	201
480	480	578	473	202
482	479	577	472	202
484	478	576	471	203
486	471	578	472	204
488	470	576	471	205
490	469	575	470	206
492	464	572	469	209
494	463	571	467	210
496	462	570	466	211
498	457	571	466	212
500	456	569	466	212
502	467	584	477	196
504	465	583	477	196
506	464	582	476	197
508	463	581	475	198
510	459	581	475	199
512	465	589	482	189
514	464	588	481	190
516	462	587	481	191
518	561	586	479	192
520	471	578	473	192
522	463	594	487	183
524	463	593	485	183
526	462	592	484	184
528	460	591	484	185
530	459	590	483	185
532	458	589	482	186
534	450	592	484	187
536	449	590	483	188
538	448	589	482	188

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 10 cm.T.M.A. 40 mm

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m3.	ARENA Kg/m3.	GRAVA 1 Kg/m3.	GRAVA 2 Kg/m3.	AGUA Lts/m3.
540	439	592	485	184
542	442	596	487	184
544	441	597	486	185
546	440	593	486	186
548	440	592	485	186
550	439	591	484	187
552	436	591	483	188
554	436	589	482	188
556	435	588	481	189
558	432	588	481	190
560	431	586	480	190
562	432	568	481	188
564	428	589	472	189
566	429	590	483	187
568	428	569	482	187
570	426	566	479	190
572	426	566	480	189
574	425	585	479	189
576	423	585	478	190
578	422	583	478	191
580	422	582	477	191
582	427	592	485	180
584	427	591	484	181
586	426	590	483	182
588	424	590	482	182
590	422	588	481	183
592	422	587	481	183
594	420	587	480	184
596	419	566	479	185
598	418	584	478	185
600	418	583	477	186
602	424	593	486	175
604	423	592	484	175
606	423	590	484	176
608	422	590	482	176
610	421	589	482	177

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 10 cm.T.M.A. 40 mm.

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
612	420	588	480	177
614	420	586	480	178
616	418	585	479	179
618	418	584	478	179
620	418	583	477	179
622	414	579	474	183
624	414	578	473	184
626	413	477	472	185
628	412	576	471	185
630	411	574	470	186
632	410	573	469	186
634	410	572	468	187
636	409	571	467	187
638	407	570	466	188
640	407	569	465	189
642	416	582	477	173
644	416	581	476	174
646	415	580	474	174
648	414	579	473	174
650	414	578	473	175
652	413	577	472	176
654	412	576	471	177
656	411	575	470	177
658	411	574	469	178
660	409	573	469	178

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 14 cm. T.M.A. 20 mm
 BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
190	929	799	X	210
192	923	798	X	212
194	926	800	X	209
196	922	797	X	212
198	921	801	X	210
200	918	797	X	212
202	930	808	X	202
204	926	805	X	204
206	926	799	X	206
208	923	796	X	208
210	909	804	X	210
212	916	811	X	203
214	910	811	X	205
216	907	808	X	207
218	903	806	X	209
220	899	803	X	211
222	899	808	X	209
224	896	805	X	210
226	891	804	X	212
228	888	801	X	214
230	885	798	X	216
232	882	796	X	218
234	876	795	X	220
236	873	793	X	222
238	860	800	X	224
240	857	797	X	226
242	854	805	X	223
244	851	802	X	224
246	848	799	X	226
248	845	796	X	228
250	849	799	X	225
252	846	796	X	227
254	834	802	X	229
256	832	799	X	230
258	829	796	X	232
260	826	793	X	234

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 14 cm.T.M.A. 20 mm.

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
262	830	808	X	225
264	827	805	X	227
266	831	808	X	223
268	829	805	X	225
270	829	812	X	221
272	826	810	X	223
274	830	813	X	219
276	827	811	X	221
278	816	816	X	222
280	814	814	X	224
282	818	818	X	220
284	815	815	X	221
286	819	819	X	217
288	782	852	X	219
290	779	849	X	220
292	803	835	X	216
294	800	832	X	218
296	805	837	X	213
298	802	834	X	215
300	807	840	X	210
302	804	836	X	211
304	809	841	X	207
306	807	839	X	208
308	804	836	X	209
310	802	834	X	211
312	788	843	X	212
314	786	841	X	213
316	786	853	X	215
318	767	851	X	216
320	764	848	X	218
322	770	854	X	212
324	767	852	X	214
326	765	849	X	215
328	779	855	X	210
330	768	852	X	211
332	762	854	X	212

PROPORCIONAMIENTOS	REVENIMIENTO <u>14 cm.</u>	T.M.A. <u>20 mm.</u>
BASE	ARENA <u>2.33</u>	GRAVA <u>2.35</u>

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
334	760	851	X	214
336	758	849	X	215
338	756	847	X	216
340	754	844	X	218
342	752	857	X	212
344	750	855	X	213
346	741	860	X	214
348	739	857	X	216
350	730	862	X	217
352	728	859	X	218
354	726	857	X	219
356	718	861	X	221
358	716	859	X	222
360	714	856	X	223
362	713	870	X	217
364	711	867	X	218
366	717	874	X	212
368	715	832	X	213
370	721	879	X	207
372	719	877	X	208
374	717	875	X	209
376	715	872	X	210
378	713	870	X	212
380	711	868	X	213
382	711	882	X	206
384	709	880	X	207
386	700	875	X	212
388	707	883	X	206
390	705	881	X	207
392	697	885	X	208
394	695	883	X	209
396	693	881	X	210
398	692	878	X	211
400	690	876	X	212
402	689	882	X	209
406	686	878	X	211

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 14 cm.T.M.A. 20 mm

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m3.	ARENA Kg/m3.	GRAVA 1 Kg/m3.	GRAVA 2 Kg/m3.	AGUA Lts/m3.
408	688	881	X	209
410	687	879	X	209
412	679	883	X	210
414	681	886	X	207
416	671	892	X	208
418	669	890	X	209
420	668	888	X	210
422	675	897	X	203
424	673	895	X	203
426	672	893	X	204
428	670	891	X	205
430	668	889	X	206
432	661	892	X	207
434	659	890	X	208
436	658	888	X	209
438	656	886	X	210
440	654	883	X	211
442	654	890	X	208
444	647	893	X	209
446	646	891	X	210
448	644	889	X	211
450	643	887	X	211
452	641	885	X	212
456	638	881	X	214
458	636	787	X	215
460	635	876	X	216
462	623	885	X	217
464	626	889	X	213
466	619	892	X	214
468	618	890	X	215
470	616	887	X	216
472	607	893	X	217
474	606	891	X	218
476	604	888	X	219
478	603	886	X	220
480	594	891	X	221

PROPORCIONAMIENTOS	REVENIMIENTO	<u>14</u> cm.	T.M.A.	<u>20</u> mm
BASE	ARENA	<u>2.33</u>	GRAVA	<u>2.35</u>

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
482	602	903	X	212
484	600	901	X	213
486	599	898	X	214
488	597	896	X	215
490	596	894	X	216
492	588	899	X	216
494	586	897	X	217
496	585	895	X	218
498	583	893	X	219
500	582	890	X	220
502	583	909	X	211
504	582	907	X	212
506	580	905	X	212
508	579	903	X	213
510	578	901	X	214
512	572	903	X	215
514	570	901	X	216
516	569	899	X	217
518	568	897	X	218
520	566	895	X	219
522	570	912	X	209
524	569	910	X	210
526	561	914	X	210
528	560	912	X	211
530	558	910	X	212
532	553	912	X	213
534	552	910	X	214
536	550	908	X	214
538	549	906	X	215
540	548	904	X	216
542	552	922	X	206
544	551	920	X	207
546	543	924	X	207
548	542	922	X	208
550	541	920	X	209
552	540	918	X	210

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 14 cm T.M.A. 20 mm
 BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
554	539	916	X	211
556	537	914	X	211
558	536	911	X	212
560	535	909	X	213
562	536	932	X	202
564	534	930	X	203
566	526	936	X	204
568	524	933	X	204
570	516	940	X	205
572	524	954	X	194
574	519	956	X	195
576	518	954	X	196
578	514	955	X	197
580	513	955	X	197
582	517	973	X	186
584	518	969	X	187
586	515	969	X	188
588	511	970	X	188
590	508	970	X	189
592	505	970	X	189
594	502	970	X	190
596	501	968	X	191
598	500	966	X	191
600	505	959	X	192
602	497	964	X	193
604	496	962	X	193
606	495	959	X	194

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 14 cm T.M.A. 40 mm
 BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO KG/m3.	ARENA Kg/m3.	GRAVA 1 Kg/m3.	GRAVA 2 Kg/m3.	AGUA Lts/m3.
200	751	570	467	182
202	749	568	465	184
204	743	568	465	186
206	738	568	465	187
208	732	568	464	189
210	724	569	466	191
212	719	569	466	193
214	716	567	464	195
216	714	565	463	197
218	711	563	461	198
220	709	562	459	200
222	707	560	458	202
224	717	580	474	191
226	714	578	473	183
228	712	576	472	185
230	710	575	470	186
232	708	573	468	188
234	698	576	471	190
236	696	574	470	191
238	694	572	468	193
240	692	570	967	194
242	701	578	473	184
244	699	576	472	185
246	697	575	470	187
248	686	578	472	188
250	684	576	471	190
252	694	584	478	179
254	692	582	477	180
256	690	581	475	182
258	688	579	474	183
260	686	578	472	185
262	684	576	471	186
264	683	574	470	187
266	673	577	472	189
268	671	576	471	190
270	669	574	470	192

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 14 cm. T.M.A. 40 mm.
 BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
272	657	578	473	193
274	655	576	472	195
276	653	575	470	196
278	651	573	469	197
280	649	571	469	199
282	648	570	466	200
284	658	579	475	187
286	657	578	473	189
288	647	580	475	190
290	646	579	474	191
292	657	589	482	178
294	655	588	480	179
296	654	586	479	181
298	652	585	478	182
300	641	588	482	183
302	639	587	480	184
304	637	585	479	185
306	636	584	478	187
308	634	582	477	188
310	632	581	475	189
312	630	579	474	190
314	622	582	476	192
316	620	580	475	193
318	619	579	473	194
320	617	577	473	195
322	621	594	486	180
324	619	592	485	181
326	618	591	484	183
328	616	590	482	184
330	615	588	481	185
332	607	594	486	183
334	606	593	485	184
336	604	591	484	185
338	603	590	483	186
340	601	588	482	187
342	600	587	480	188

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 14 cm T.M.A. 40 mm
 BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
344	607	594	486	179
346	605	593	485	180
348	604	591	484	181
350	603	590	483	182
352	593	593	486	183
354	591	592	484	184
356	590	590	484	185
358	589	589	482	186
360	587	588	481	187
362	580	594	486	185
364	579	592	485	186
366	578	591	484	187
368	576	590	482	188
370	575	588	482	189
372	574	587	480	190
374	572	585	480	191
376	571	584	478	192
378	570	583	476	193
380	560	586	479	194
382	562	587	481	191
384	561	586	480	192
386	559	585	478	193
388	558	583	477	194
390	557	582	476	195
392	548	585	478	196
394	547	583	478	197
396	545	582	476	198
398	544	580	475	199
400	543	579	474	200
402	541	577	473	201
404	540	576	472	202
406	539	575	470	203
408	537	574	469	204
410	536	572	468	205
412	535	570	468	206
414	534	569	466	207

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 14 cm T.M.A. 40 mm

BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
416	532	579	474	199
418	534	576	471	200
420	533	574	470	202
422	535	582	476	194
424	533	581	475	195
426	532	579	474	196
428	531	578	473	197
430	530	577	472	198
432	528	575	471	199
434	524	576	471	200
436	522	575	470	201
438	521	573	469	201
440	515	575	470	202
442	514	573	470	203
444	512	572	468	204
446	503	575	471	205
448	502	574	470	206
450	501	573	468	207
452	499	571	468	208
454	498	570	466	209
456	497	569	465	210
458	496	567	464	211
460	495	566	463	212
462	493	564	462	213
464	494	574	469	204
466	493	572	469	205
468	492	571	467	206
470	491	570	466	207
472	490	568	466	208
474	489	567	464	209
476	488	566	463	209
478	486	564	462	210
480	482	563	461	211
482	484	562	459	212
484	483	560	459	213
486	482	559	458	214

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 14 cm. T.M.A. 40 mm

BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
488	478	559	458	215
490	476	558	457	216
492	475	557	455	216
494	474	555	455	217
496	473	554	454	218
498	472	553	452	219
500	481	572	467	200
502	480	570	467	201
504	479	569	466	202
506	478	568	464	202
508	477	566	464	203
510	476	565	463	204
512	479	575	470	195
514	479	573	470	195
516	477	572	468	196
518	476	571	467	197
520	475	570	466	198
522	474	568	465	198
524	473	567	464	199
526	472	566	463	200
528	471	565	462	201
530	470	563	461	201
532	469	562	460	202
534	468	561	459	203
536	467	573	469	193
538	466	572	468	192
540	465	571	467	194
542	464	570	466	195
544	463	568	465	196
546	462	567	464	197
548	461	566	463	197
550	460	565	462	198
552	459	564	461	199
554	458	562	460	199
556	457	561	459	200
558	457	560	458	201

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 14 cm. T.M.A. 40 mm

BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m3.	ARENA Kg/m3.	GRAVA 1 Kg/m3.	GRAVA 2 Kg/m3.	AGUA Lts/m3.
560	456	559	457	202
562	455	557	457	202
564	454	556	455	203
566	453	555	454	204
568	452	554	453	204
570	451	553	452	205
572	450	551	452	206
574	450	550	450	206
576	448	549	449	207
578	447	548	448	208
580	446	547	447	209
582	445	545	446	210
584	440	546	447	210
586	439	545	446	211
588	438	544	445	212
590	437	543	444	212
592	436	541	444	213
594	435	540	442	214
596	434	539	441	215
598	433	538	440	215
600	432	537	439	216
602	431	535	438	217
604	430	534	437	217
606	429	533	436	218

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 18 cm. T.M.A. 20 mm.
 BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
200	901	810	X	214
202	904	805	X	214
204	903	804	X	214
206	902	803	X	214
208	902	803	X	214
210	898	780	X	216
212	898	799	X	216
214	900	801	X	214
216	899	800	X	214
218	894	804	X	214
220	891	802	X	216
222	887	799	X	217
224	890	801	X	215
226	889	800	X	215
228	889	800	X	214
230	889	800	X	214
232	881	802	X	216
234	881	802	X	215
236	881	801	X	215
238	876	806	X	214
240	873	803	X	216
242	880	791	X	218
244	873	803	X	215
246	873	803	X	214
248	873	803	X	213
250	870	801	X	215
252	871	801	X	214
254	866	806	X	213
256	863	803	X	215
258	864	803	X	214
260	867	807	X	211
262	861	801	X	215
264	862	801	X	214
266	858	806	X	213
268	855	804	X	214
270	856	804	X	213

PROPORCIONAMIENTOS REVENIMIENTO 18 cm. T.M.A. 20 mm
 BASE ARENA 2.33 GRAVA 2.35

CEMENTO KG/m ³ .	ARENA KG/m ³ .	GRAVA 1 KG/m ³ .	GRAVA 2 KG/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
272	924	730	X	215
274	857	806	X	211
276	854	803	X	212
278	855	804	X	211
280	852	801	X	213
282	853	802	X	211
284	846	804	X	213
286	847	805	X	212
288	845	802	X	213
290	845	803	X	212
292	846	804	X	210
294	844	802	X	212
296	841	807	X	210
298	834	809	X	211
300	831	814	X	210
302	829	812	X	211
304	830	813	X	210
306	823	815	X	211
308	824	816	X	209
310	822	814	X	211
312	823	815	X	209
314	817	817	X	210
316	815	815	X	212
318	812	820	X	210
320	806	822	X	211
322	803	819	X	212
324	801	825	X	211
326	799	823	X	212
328	796	828	X	210
330	794	826	X	211
332	792	824	X	212
334	790	829	X	210
336	788	827	X	212
338	785	833	X	209
340	779	834	X	211
342	774	836	X	212

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 18 cm.T.M.A. 20 mm

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m3.	ARENA Kg/m3.	GRAVA 1 Kg/m3.	GRAVA 2 Kg/m3.	AGUA Lts/m3.
344	775	837	X	210
346	773	835	X	211
348	767	837	X	212
350	762	838	X	213
352	764	840	X	211
354	758	841	X	212
356	752	843	X	214
358	751	848	X	211
360	750	846	X	212
362	743	847	X	213
364	745	850	X	211
366	740	851	X	212
368	734	852	X	213
370	737	854	X	211
372	735	852	X	212
374	729	853	X	213
376	724	854	X	214
378	723	860	X	212
380	718	861	X	213
382	716	859	X	214
384	711	860	X	215
386	710	866	X	212
388	705	867	X	213
390	700	868	X	214
392	698	866	X	215
394	696	863	X	216
396	691	864	X	217
398	686	865	X	218
400	680	877	X	216
402	678	875	X	217
404	683	875	X	218
406	672	873	X	219
408	667	874	X	220
410	668	869	X	221
412	666	866	X	222
414	665	864	X	223

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 18 cmT.M.A. 20 mm

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
416	664	870	X	220
418	660	871	X	221
420	655	871	X	222
422	658	875	X	219
424	653	875	X	220
426	651	873	X	221
428	650	871	X	222
430	645	871	X	223
432	644	869	X	224
434	644	875	X	221
436	639	876	X	222
438	638	873	X	223
440	633	874	X	224
442	632	872	X	225
444	630	869	X	226
446	626	870	X	227
448	624	867	X	228
450	622	865	X	229
452	625	869	X	226
454	623	867	X	227
456	622	865	X	228
458	618	865	X	229
460	616	863	X	230
462	615	860	X	231
464	611	861	X	232
466	609	859	X	233
468	607	856	X	234
470	603	857	X	235
472	601	854	X	236
474	600	852	X	237
476	601	859	X	233
478	599	857	X	234
480	597	854	X	235
482	596	852	X	236
484	594	850	X	237
486	593	848	X	238

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 18 cm.T.M.A. 20 mm

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
488	593	855	X	234
490	592	852	X	235
492	590	850	X	236
494	594	855	X	232
496	592	853	X	233
498	591	850	X	234
500	587	851	X	235
502	584	847	X	236
504	584	846	X	237
506	587	851	X	233
508	585	849	X	234
510	584	847	X	235
512	580	847	X	236
514	579	845	X	236
516	577	843	X	237
518	573	843	X	238
520	572	841	X	239
522	570	838	X	240
524	567	838	X	241
526	565	836	X	242
528	564	834	X	243
530	562	832	X	244
532	561	830	X	245
534	559	828	X	246
536	558	825	X	247
538	556	823	X	247
540	555	821	X	248
542	561	824	X	244
544	559	822	X	245
546	558	820	X	246
548	556	818	X	247
550	555	815	X	247
552	553	813	X	248
556	553	813	X	247
558	552	811	X	248

PROPORCIONAMIENTOS

REVENIMIENTO 18 cm.T.M.A. 20 mm.

BASE

ARENA 2.33GRAVA 2.35

CEMENTO Kg/m ³ .	ARENA Kg/m ³ .	GRAVA 1 Kg/m ³ .	GRAVA 2 Kg/m ³ .	AGUA Lts/m ³ .
560	559	810	X	246
562	553	808	X	247
564	552	806	X	248
566	557	811	X	243
568	556	809	X	244
570	554	806	X	245
572	553	804	X	246
574	551	802	X	247
576	550	800	X	248
578	554	806	X	243
580	553	804	X	244
582	551	802	X	244
584	556	807	X	239
586	555	805	X	240
588	554	803	X	241
590	552	801	X	242
592	551	799	X	243
594	549	797	X	244
596	555	802	X	238
598	553	800	X	239
600	552	798	X	240
602	551	796	X	241
604	549	794	X	242
606	548	792	X	242
608	559	805	X	231
610	558	804	X	232
612	557	802	X	233
614	561	808	X	227
616	560	806	X	228
618	559	804	X	229
620	563	811	X	223
622	562	809	X	224
624	561	807	X	225
626	559	805	X	225
628	558	803	X	226
630	557	802	X	227

V.-7.- Concreto Hecho en Obra.

" Considerando todos los agentes de control de calidad - de los agregados, debemos preveer que a la construcción de éste tipo de concreto se haga dentro de las siguientes recomendaciones!"¹

- a).- Limpieza de los agregados petreos, arena, agua, cemento y aditivos.
- b).- Limpieza de equipo necesario.
- c).- Personal adecuado para el colado.
- d).- Mezclado de 3 minutos, (Para revolvedoras de pequeña capacidad).

La construcción de los concretos pueden ser normales según el proporcionamiento que se da en la tabla. Pueden construirse concretos llamados R.R. (Resistencia Rápida) que se pueden obtener con 50 Kg. más de cemento por m³, y éste tendrá el 100% de su resistencia especificada a 14 días. También se pueden construir concretos A.R.T. (Alta Resistencia Temprana). Estos adquieren el 70-80% de la resistencia en 48 hrs. y son: ayudados con aditivos como puede ser el Pozzo Lith-100-HE que es un acelerante de Resistencia, más el dispersante Plastocret que reduce un 10% de agua, y por la relación agua-cemento reduce el 10% de cemento, que por lo regular un buen dispersante reduce el 10% de cemento, para este tipo de concreto se aumentan 50KG/-M³.

1) PRODUCTOS DE CONCRETO TOLTECA, S.A. DE C.V.

COL. SAN PEDRO DE LOS PINOS, MEXICO, 01180. D.F.

TABLA PARA MEZCLAS DE CONCRETO

ELEMENTO	MUROS-PISOS	MUROS-PISOS	TRABES-DALAS	TRABES-DALAS	LOZAS-ZAPATAS	LOZAS-ZAPATAS
Resistencia $\frac{Kg}{cm^2}$	100	100	150	150	200	200
T.M.A. (mm.)	20	40	20	40	20	40
Volúmen de Concreto-- (Lt.)	175	189	151	167	133	145
Botes de Grava	6	8	5 1/4	7 1/2	4 1/2	6
Botes de Arena	5 3/4	6	4 3/4	5 1/4	4	4 1/4
Botes de Agua	2	2	1 3/4	1 3/4	1 1/2	1 1/2
Cemento (50Kg.)	1	1	1	1	1	1

C O N T I N U A C I O N .

E L E M E N T O . C O L U M N A S - T E C H O S C O L U M N A S - T E C H O S A L T A R E S I S T E N C I A A L T A R E S I S T E N C I A .

Resistencia Kg/Cm ² .	250	250	300	300
T.M.A. (mm.)	20	40	20	40
Volúmen de Concreto(Lt.)	120	130	103	112
Botes de Grava	4	5 1/2	3 1/2	4 3/4
Botes de Arena	3 1/2	3 3/4	2 3/4	3
Botes de Agua	1 1/4	1 1/4	1	1
Cemento	1	1	1	1

Los botes mencionados son del tipo alcoholero sin deformaciones.

Los concretos anteriores se entienden con revestimientos de 10 Cm.

Por otro lado daremos de complemento las proporciones de morteros.

<u>C O N C E P T O .</u>	<u>BOTES DE</u> <u>ARENA</u>	<u>BULTO DE</u> <u>MORTERO</u>
Firmes de Pisos	3	1
Muros de carga Blocks o Tabiques.	4	1
Aplenos de Cimentaciones de Piedra.	5	1
Plantillas y Revestimientos Ligeros.	6	1
Aplenos Especiales.	1	1
Alta Resistencia.	2	1

Es importantísimo utilizar la menor cantidad de agua que sea posible, el exceso de agua perjudica la resistencia.

CAPITULO VI.-INTERPRETACION DE RESULTADOS.

VI.1.- Variación de los Resultados.

En este capítulo daremos un resumen de los puntos más importantes que se deben cuidar en el concreto premezclado.

¿ Qué es el concreto?.

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

¿ Qué es el concreto premezclado?.

R.= Es el concreto producido a nivel industrial en una planta central, para su posterior distribución, con la tecnología más avanzada, en el que las propiedades de sus componentes y del producto terminado están cuidadosamente controladas, empleando los sistemas más modernos y que mediante el empleo de los aditivos apropiados para cada caso, se pueden satisfacer las necesidades de la industria de la construcción.

¿ Qué ventajas en general ofrece el concreto premezclado?.

R.= El concreto premezclado ofrece todas las ventajas que requiere la construcción moderna:

a).- Responsabilidad y garantía del diseño de la mezcla, en cuanto a trabajabilidad y resistencia mecánica a la compresión.

b).- Capacidad para suministrar cualquier volúmen que se requiera.

c).- Además de otras ventajas de carácter económico y técnico a corto y largo plazo.

¿ Cuáles son las ventajas de carácter económico?.

R.= El hecho básico de que el concreto premezclado - sea producido a escala industrial, ofrece un concreto más - económico debido:

a).- A la rapidez en el colado.

b).- A que se conoce el costo real del concreto.

c).- A que no tienen que absorberse los desperdicios - y mermas de materiales, tiempos extraordinarios y prestaciones adicionales para el personal.

d).- A no tener que cargar con depreciaciones de equipo.

¿ Cuáles son las ventajas de carácter técnico a corto plazo?

R.= Contar con el apoyo de un departamento técnico el cual dispone de todos los recursos humanos y de equipo, que al controlar en forma oportuna y eficaz todos los materia-- les y procesos que intervienen en la producción del concre-- to premezclado, permite que se cumpla con las normas de ca-- lidad más estrictas, tanto para concretos normales como pa-- ra concretos de diseños especiales.

¿ Cuáles son las ventajas de carácter técnico a largo plazo

R.= El contar con todos los recursos y apoyos, permi-- te que a largo plazo el concreto tenga una característica - muy importante que es la durabilidad. Este es, que el con--

trol y la técnica aplicados en su diseño y proceso de fabricación, den como resultado un producto que se mantiene confiable a través del tiempo.

¿ Qué características son las más importantes de vigilar en los agregados?

R.= Que sean sanos y uniformes es en sus propiedades.

En cuanto a éstas, si se presenta una variación importante, se tomén medidas correctivas para conservar una calidad -- adecuada del concreto.

¿ Cuáles son las precauciones que se tienen en el manejo de los agregados?

R.= En el manejo de los agregados se puede presentar la segregación; para evitar esto se utilizan cargadores frontales, bandas transportadoras y canalones. Un procedimiento incorrecto es transitar sobre los agregados con vehículo que los triturén, o bién almacenarlos con caída libre que provoque la segregación.

¿ Cómo se evita la contaminación de los agregados?

R.--a).-- Por medio de mamparas adecuadas, se evita que los agregados de distintos tamaños, se mezclen entre sí.

b).-- Teniéndo patios de almacenamiento pavimentados, -- se evita la contaminación con el suelo.

¿ Cómo se controlan las condiciones de humedad en los agregados?

R.= Teniéndo los patios de almacenamiento perfectamente -- drenados, se logra mantener las condiciones de humedad, lo cual es un aspecto importante para un control adecuado de los reventamientos.

¿ Cuáles son las precauciones que se toman en el almacenamiento del cemento para evitar su hidratación.

R.= Se dispone de sí los herméticos, los cuales aseguran que el cemento pueda desarrollar completamente sus propiedades al ser empleado.

Otras formas de almacenar el cemento no garantizan una total impermeabilidad, provocando además, mermas y desperdicios excesivos.

¿ Qué es el control de calidad?

R.= Es un sistema que vigila todos los factores que intervienen en un proceso productivo, propone información oportuna y permite realizar ajustes a fin de asegurar la calidad del producto terminado al menor costo posible.

¿ Quien realiza el control de calidad del concreto?

R.= El productor de concreto es quien realiza este control y el comprador lleva un sistema de verificación para tener la seguridad de que las especificaciones sean cumplidas por el promezclador.

¿ Cómo se realiza el control de calidad?

R.= El control de calidad se inicia con la determinación de las características de los constituyentes del concreto, con la vigilancia de los sistemas de producción y mediante un muestreo del producto terminado.

¿ Qué importancia y ventajas ofrece el control de calidad?

R.= El determinar la resistencia del concreto, su comportamiento y garantizar la calidad del producto dentro

de las normas oficiales establecidas.

¿ Cuáles son los requisitos de calidad en cuanto a -
resistencia?

R.= Existen dos grados de calidad (A y B) y éstos -
se utilizan dependiendo de que los elementos estructurales -
se diseñen por el método de esfuerzos de trabajo o por el -
método de resistencia última o para concreto presforzado.

¿Cuál es el grado de calidad más común y que requi-
sitos tiene?

R.= En nuestro medio es el grado de calidad "A" el -
cual acepta que no más del 20% del número de resultados de -
pruebas de resistencia tengan valores inferiores a $f'c$; que
el promedio de los resultados de siete pruebas de resisten-
cia consecutivas sea igual o mayor que la resistencia espe-
cificada y nomás del 1% de las pruebas de resistencia puede
ser menor que la resistencia especificada menos 50 Kg/cm².

¿ Cuáles son las tolerancias especificadas en los --
revenimientos?

R.= Como es sabido el compredor con la medida del --
revenimiento, verifica el requisito primario de aceptación--
del concreto por lo que es necesario que esta prueba se rea-
lice con extremo cuidado, teniendo en cuenta las siguientes
tolerancias.

<u>Revenimiento</u> <u>Especificado</u>	<u>Tolerancia</u> <u>(Cm)</u>
Menor de 5	± 1.5
de 5 a 10	± 2.5
Mayor de 10	± 3.5

¿ Con el fin de ajustar el revenimiento, es correcto aña dir agua al concreto al ser entregado en obra?

R.= La adición de agua al concreto cuando es entregado - en la obra, con el fin de ajustar el revenimiento es correcto, solamente cuando el revenimiento resulta por abajo del límite inferior, y con la autorización y supervisión del productor, - puesto que éste es el único capacitado para hacer una corrección de este tipo en función del retardo que producen los adi tivos que utiliza, de la velocidad de absorción de humedad de los agregados, y de las características del cemento utilizado.

Cualquier corrección hecha sin la autorización del productor, anula la garantía de resistencia.

¿ Cómo puede verificarse el volúmen solicitado?

R.= Las características del concreto premezclado no per miten que éste se entregue, ni se reciba en recipientes para medir el volúmen por lo tanto, la verificación más práctica y exacta para su determinación se hace a partir de la suma de - todos los pesos de los materiales constitutivos dividida en - tre el peso volumétrico del concreto fresco.

La práctica de medir directamente el volumen una vez - que el concreto ha sido colocado, es incorrecta y carece de - validez, y a que es imposible determinar las variables por -- ensanchamientos de formas, evaporación, desperdicios, sobre-- excavaciones, espesores mayores a los calculados, compactación, etc.

¿ Qué sucede si los resultados de las pruebas indican ba jas resistencias?

R.= Cuando se registra un resultado de resistencia infe

M-00 28671

rior a los mínimos permisibles por la norma de calidad, no - significa necesariamente que el concreto sea de mala calidad, pues existe la posibilidad de que dicho resultado sea erró-- neo, por tal motivo es necesario investigar sobre el concreto endurecido, de común acuerdo entre el productor del concreto, el comprador y el laboratorio de verificación de calidad, pa-- ra comprobar la veracidad de los resultados.

¿ Qué pruebas pueden realizarse al concreto endurecido?

R.= Las más comunes y prácticas en nuestro medio son - las de martillo de rebote (Esclerómetro), Sondas de penetra-- ción (Pistola de Winsor), Núcleos de concreto (Corazones) y - pruebas de carga, las cuales se aplicarán en base a sus nor-- mas respectivas y reglamentos de construcción.

¿ Son confiables los resultados de las pruebas hechas - con esclerómetro o pistola de Winsor?

R.= Los resultados de estas pruebas son confiables - - siempre y cuando se realicen entre un concreto de calidad - conocida y comparado con el que representa dudas y realizadas por un operador experimentado; es recomendable que estas - - pruebas comparativas se efectúen sobre elementos estructura-- les de concreto de composición y características semejantes - hasta donde sea posible.

¿ Qué requisitos debe satisfacer un laboratorio de ve-- rificación de calidad?

R.= Debe ser una organización esencialmente técnica, - con experiencia e integridad, ya que de su desempeño, depen-- de buena medida al avance previsto de una construcción, lo -

cual puede lograrse únicamente si se dispone de resultados oportunos y confiables.

¿ Por que el laboratorio de verificación de calidad-- debe tener personal, equipo e instalaciones adecuadas y homologadas?

R.= Por que pruebas mal realizadas siempre darán resultados variables, lo cual trae consigo dudas, y gastos inútiles en pruebas posteriores al concreto endurecido, como son las de esclerómetro, extracción de corazones, pruebas de carga etc.

¿ Qué se entiende por Homologación de Laboratorio?

R.= La homologación de laboratorio es la unificación de los sistemas y equipos de medición, para que todos los resultados se encuentren dentro del mismo marco de referencia.

La Asociación Mexicana de la Industria del Concreto - Premezclado, A. C., realiza la homologación de los laboratorios en sus empresas Asociadas.

¿ Cómo lograr que los resultados de las pruebas sean confiables?

R.= Siguiendo al pie de la letra las Normas Oficiales Mexicanas (N.O.M.) en vigor de muestreo y prueba. O en ausencia de éstas, las normas ASTM, cualquier desviación en los procedimientos que señalen éstas, causan una variación en los resultados que los invalidan para los efectos de verificación y control de calidad.

C A P I T U L O V I I . C O N C L U S I O N E S .

VII.1.-CONCLUSIONES GENERALES QUE AFECTAN AL CONCRETO

CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO QUE AFECTAN SU CALIDAD

<u>COMPONENTE</u>	<u>CAUSA ASIGNABLE</u>	<u>PROBABILIDAD DE INCIDENCIA CUANDO SE PRESENTA</u>	<u>CONSECUENCIAS</u>
C E M E N T O	Control deficiente en su fabricación.	Posible en cualquier marca.	En ocasiones graves si no se detectan oportunamente.
	De diferentes tipos o marcas, alternando su uso.	Cuando hay demanda grande en el mercado del concreto o escases del producto.	Variaciones considerables si no se previenen.
	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 trabajabilidad, fraguado y resistencia.
	Malá sanidad.	Cuando se consume de inmediato por insuficiencia de almacenes.	Problemas de resistencia y expansión en concretos en medios húmedos.

	Falso Fraguado.	Cuando en el período de Hluvias no se controla la hu- medad del yeso.	Fraguado inmediato a la descarga si no se adoptan medidas apro- piadas.
AGUA:	Sales indeseables en exceso.	Cuando sin estudio tratamien- to previo se emplean las de- corrientes o depósitos natu- rales.	Variaciones en la tra- bajabilidad y el fra- guado.
	Exceso de materia orgánica.	Cuando sin estudio o trata- miento previo se emplean las de corrientes o depósitos na- turales.	Variaciones de resis- tencia en algunos ca- sos considerables.
	Temperatura baja o alta.	En climas extremosos.	Aceleración o retardo de fraguado y varia- ciones de la trabaja- bilidad.

CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO QUE AFECTAN SU CALIDAD.

<u>COMPONENTE:</u>	<u>CAUSA ASIGNABLE:</u>	<u>PROBABILIDAD DE INCIDENCIA</u>	<u>CONSECUENCIAS:</u>
A	Variaciones notables en la forma de la partícula.	Con materiales del mismo origen de diferentes minas o de origen diferente.	Problemas de sangrado variaciones de plasticidad.
B	Diferencias notables en granulometría.	Con materiales del mismo origen de diferentes minas, de origen diferente o almacenamiento inadecuado.	Variaciones de plasticidad y resistencia.
C	Falta de uniformidad	Con materiales de diferente origen, diferente mina o almacenamiento inadecuado.	Variaciones de trabajabilidad y resistencia.
D	Contaminaciones (Limas, arcillas, materia orgánica y partículas suaves)	Por explotación o almacenamientos inadecuados.	Variaciones de resistencia con resistencia fuera del patrón de producción.
E	Contaminaciones de coque.	Por deficiencias de procesamiento o de los almacenes.	Variaciones de requerimientos de agua, trabajabilidad y resistencia.
F	Exceso de polvo.	Cuando no se procesan.	Variaciones en los requerimientos de agua, afecta la adherencia y la resistencia.

V

Variaciones en el contenido de humedad.

Frecuente y común, crítica en época de lluvias.

Variaciones en flujidez y resistencia - considerables en algunos casos.

A

Temperatura alta.

En climas calurosos con almacenamientos a la intemperie.

Variaciones en requerimientos de agua, tiempo de fraguado y bajas de resistencia por microagrietamiento.

BIBLIOGRAFIA

- JOURNAL (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE).
- CONCRETE MANUAL (UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR BUREAU OF RECLAMATION).
- MANUAL DEL CONCRETO PARTE 1, 2, Y 3.
- INSTRUCTIVO DEL CONCRETO TOMO 1 Y 2 (A.W. NEVILLE) DEL INCYC.
- CARTILLA DEL CONCRETO. (INCYC).
- NORMAS OFICIALES MEXICANAS. (N.O.M.).
- ESPECIFICACIONES DE LA ASTM.
- REPORTES DEL COMITE ACI.
- ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS).