

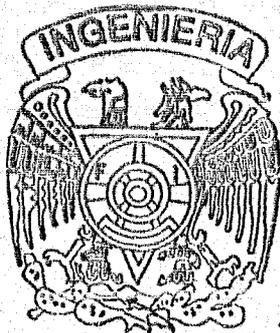
UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

CONTROL TECNICO Y JURIDICO PARA LA ELABORACION  
DEL CONCRETO PREMEZCLADO

FALLA DE ORIGEN

T E S I S  
Que para obtener el Titulo de  
I N G E N I E R O C I V I L  
p r e s e n t a  
ALFREDO RAUL RODRIGUEZ MORALES



México, D. F.

1995



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Doy gracias al CREADOR por sus múltiples bendiciones que me ha concedido, de las cuales este trabajo forma parte.

Con mucho amor a mis Padres que  
hicieron posible que realice estudios  
superiores.

Sr. Raymundo Rodríguez Vega

Sra. Manuela Morales de Rodríguez (†)

A Chivis y su mamá, Doña Margarita que  
me mostraron el camino del Señor, y sin  
cuyo aliento y apoyo no hubiera sido posi-  
ble llegar a la meta.

A mis hermanos con cariño.

Bertha

Concepción

Trinidad

Modesta

Margarito

Félix

Carlos

Con cariño para todos mis  
padres,

Con afecto y respeto para la  
Iglesia Cristiana Pentecostés,  
cuyas oraciones fueron de gran  
ayuda en los momentos de de-  
saliento.

A todos mis maestros que me formaron

A mis compañeros y amistades.

Mi sincero agradecimiento al personal de la Asociación Metropolitana de la Industria del Concreto Premezclado (AMIC) y a las autoridades e Ingenieros de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, por su apoyo para la realización de este trabajo.

Así mismo, un reconocimiento especial a la compañía "Concretos Metropolitanos, S. A. de C. V." por darme cabida en sus instalaciones y a su personal, con el que tuve oportunidad de tratar y que me auxiliaron con su invaluable experiencia.

Agradezco la fina atención proporcionada por el Sr. Ing. Alberto Coria Illizaliturri por el asesoramiento, la dirección - atenciones y facilidades brindadas para la elaboración del presente trabajo.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
60-1-041/89

Señor  
ALFREDO RAUL RODRIGUEZ MORALES  
Presente.

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor  
ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted  
como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"CONTROL TÉCNICO Y JURÍDICO PARA LA ELABORACION  
DEL CONCRETO Premezclado "**

- I. INTRODUCCION
- II. MUESTREO, PREPARACION Y ANALISIS DE LAS MATERIAS PRIMAS
- III. ESTUDIO DEL METODO DE DISEÑO
- IV. PRUEBAS TECNICAS EN LA ELABORACION: IN SITU Y POSTERIOR
- V. APLICACION DEL METODO EN LA PRODUCCION INDUSTRIAL
- VI. NORMAS TECNICAS Y JURIDICAS COMPARATIVAS ANTE EL TRATADO DE LIBRE COMERCIO (T.L.C.)
- VII. RECOPIACION, MANEJO E INTERPRETACION DE RESULTADOS
- VII. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 28 de octubre de 1993.  
EL DIRECTOR

ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLÍS

JMCS/RCR\*mccm

## INDICE

### CAPITULO I

Página

INTRODUCCION.....	1
-------------------	---

### CAPITULO II

#### MUESTREO, PREPARACION Y ANALISIS DE LAS MATERIAS PRIMAS

2.1 Introducción.....	4
2.2 Muestreo del cemento.....	6
2.3 Principales compuestos químicos y características que le confiere al cemento.....	8
2.4 Pruebas más usuales de calidad que se hacen al cemento.....	10
2.5 Muestreo del agua para concreto.....	38
2.6 Calidad del agua de mezclado.....	40
2.7 Muestreo de agregados.....	46
2.8 Preparación de la muestra de agregado.....	50
2.9 Análisis de los agregados.....	53

### CAPITULO III

#### ESTUDIO DEL METODO DE DISEÑO

3.1 Introducción.....	80
3.2 Desarrollo del método de diseño.....	82
3.3 Cálculo del diseño de una mezcla de prueba de concreto.....	84
3.4 Elaboración física del diseño de mezcla de prueba de concreto.....	91

### CAPITULO IV

#### PRUEBAS TECNICAS EN LA ELABORACION: IN SITU Y POSTERIOR

4.1 Introducción.....	93
4.2 Muestreo del concreto fresco.....	94

concreto con arena amesílica y grava ósáltica....	221
7.5 Resumen del rendimiento volumétrico.....	221
7.6 Resumen de resultados de ensayos a compresión...	224
7.7 Criterios de aceptación de la calidad del concreto..	232

#### CAPITULO VIII

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES .....	234
BIBLIOGRAFIA.....	236

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

## Introducción

En la actualidad, la demanda de aplicaciones del concreto requiere de estudios específicos para cada caso, siendo necesario modificar las proporciones, los elementos, los tiempos y la inclusión de aditivos específicos para cada tipo de estructura y fines de ésta, así como el proceso de construcción.

La garantía del comportamiento de una estructura de concreto, se fundamenta en el cumplimiento estricto de las especificaciones establecidas para su elaboración en razón del proyecto, siendo fundamental la observancia de las etapas de preparación y colocación en la obra.

Todo este proceso da como resultado, la urgente necesidad del control estricto en las pruebas de calidad en laboratorios de campo y planta.

Los análisis estadísticos efectuados por Peterson, indican que las causas de defectos en términos de frecuencia de operación del concreto, contemplan un 37% por diseño, 7,5% por mantenimiento inadecuado, 4,5% por material defectuoso y el restante 51% por fallas en las técnicas de construcción, destacando las pruebas de laboratorio.

Por tanto, es menester mejorar la calidad sin incrementar costos, cumpliendo los requisitos de las normas internacionales del producto y servicio que se ofrece, para que éste sea eficiente, competitivo y exitoso.

Recientemente se firmó el acuerdo Trilateral de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, de esta manera quedamos integrados en el bloque comercial más importante y grande del planeta. Las posibilidades de desarrollo para las industrias y para cada per

zona tendería a mejorar, pero esto dependerá de la preparación, conocimiento del mercado, calidad, servicio, costos y rapidez que se pueda ofrecer.

El mundo se encuentra inmerso en un proceso, en una verdadera revolución para alcanzar la Calidad Total. Quién no se prepare, necesariamente tendrá que desaparecer!

Este trabajo se ha escrito con el fin de dar a conocer las técnicas de calidad empleadas y su fundamento normativo, en la elaboración del concreto premezclado a un nivel introductorio, pero sin olvidar su aplicación práctica inmediata.

Se inicia con el muestreo de los componentes del concreto, así como su análisis físico para determinar las características recomendables para obtener un producto de calidad satisfactoria.

A continuación, se estudia un método teórico de diseño de mezclas de prueba de concreto, aplicandose posteriormente en un cálculo práctico, culminando éste en la descripción de su elaboración física.

El proceso descriptivo del Control de Calidad del concreto premezclado continúa con las pruebas de control más usuales que se realizan al concreto en su estado plástico y endurecido, tanto en la planta productora, como en obra o sitio de recepción.

Se aplica en un capítulo posterior, el método de diseño de mezclas visto anteriormente, en una investigación llevada a cabo con agregado grueso basáltico, en lugar del andesítico y con la misma proporción de los otros ingredientes que intervenían en la producción normal de la planta. Los resultados obtenidos sirvieron de referencia para su producción industrial.

Ya se inició la creación del mercado más grande del mundo México es el foco de atención ya que hay interés por saber como competirá con los otros dos países más fuertes que el nuestro: la única respuesta será mediante servicio y calidad.

El Control de Calidad es imperativo; se deberá mejorar la calidad sin aumentar costos, cumpliendo con los requisitos dictados por las normas internacionales en el producto nacional y en el servicio que la industria ofrezca al consumidor.

Teniendo en mente lo anterior, se resumen los principales aspectos legales y normativos nacionales, con el objeto de comparar, hasta donde sea posible, con lo que rige en los otros dos países, en lo concerniente al concreto premezclado.

Como un resumen de la investigación realizada, se hace una compilación de los resultados obtenidos, así como su manejo y la interpretación que se hizo de ello, incluyendo la aplicación de criterios de aceptación de la calidad del concreto producido, contenidos en dos de los principales reglamentos de construcción.

Por último, se comenta el conocimiento adquirido y su utilidad en la aplicación práctica en el ejercicio de la profesión, -- así como las conclusiones que se derivan de trabajar y conocer este importante material que usa cotidianamente el profesionalista, técnico u obrero de la construcción.

Espero que este material informativo sea útil a toda persona que desee adentrarse en el Control de Calidad de este producto tan importante como es el concreto premezclado, ya que su conocimiento y comprensión dará como resultado obras de calidad reconocida que den satisfacción al cliente que las demanda.

MUESTREO, PREPARACION, Y ANALISIS  
DE LAS MATERIAS PRIMAS

## 2.1.-INTRODUCCION.

El concreto premezclado 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 ésta no puede ser verificada sino hasta después de su colocación y endurecimiento en la obra, lo que ocasiona la incertidumbre de no poder conocer las características finales de resistencia antes de proceder a su utilización.

Actualmente, el mejor sistema con que se cuenta para reducir las posibilidades de deficiencias de la calidad final, es la aplicación de controles efectivos en cada uno de los ingredientes del concreto y en el proceso de elaboración.

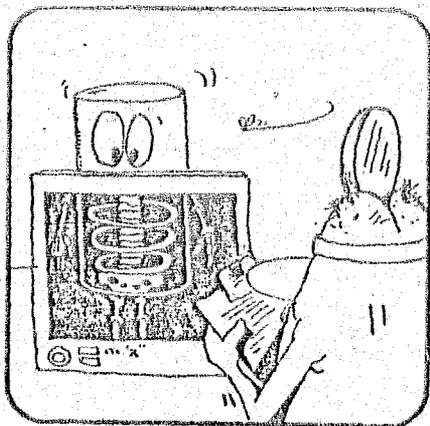
Los materiales que normalmente integran un concreto hidráulico son el cemento, agregados pétreos, agua y aditivos, pudiendo también contener aire atrapado o deliberadamente incluido mediante la utilización de uno de estos últimos productos.

Existen variaciones muy marcadas en cuanto a tipo y calidad de todos estos ingredientes, por esto, para cada obra en especial se deben hacer investigaciones y estudios iniciales necesarios para definir los siguientes conceptos: fuentes de abastecimiento, tipos y características específicas dentro de la calidad que requiere la obra, diseños de proporcionamientos, especificaciones de obra, costos.

Para asegurar el comportamiento correcto de los componentes y del producto final, los técnicos encargados de los trabajos preliminares, se apoyan en normas oficiales reconocidas, en donde se fijan métodos de análisis y límites adecuados de calidad cuya observancia tiene el objetivo de garantizar la calidad del producto.

El control inicial realizado en un laboratorio de control de calidad sigue la siguiente secuencia: muestreo, preparación y análisis de las materias primas.

Siguiendo este orden de actividades, es posible conocer las propiedades físicas de calidad que presentan los materiales y decidir si son adecuados o no para producir concreto.

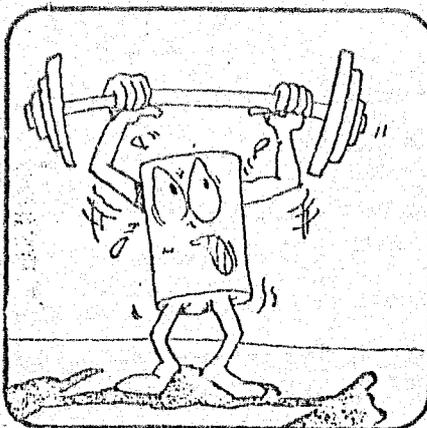


#### ¿QUE IMPORTANCIA Y VENTAJAS OFRECE EL CONTROL DE CALIDAD?

El determinar la resistencia del concreto, su comportamiento y garantizar la calidad del producto dentro de las normas oficiales establecidas.

#### ¿COMO SE REALIZA EL CONTROL DE CALIDAD?

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.



### 3.2.- MUESTREO DEL CEMENTO.

Un proceso resumido en la definición y control de la calidad del cemento en la elaboración del concreto es el siguiente: se define la aceptación de la fuente de abastecimiento y del tipo de cemento a emplear mediante estudios preliminares, éstos se podrán apoyar en análisis químicos y físicos, pero principalmente se basará en resultados de mezclas de prueba fabricadas con todos los materiales que serán empleados.

Normalmente, el control de calidad del concreto se realiza por medio de pruebas de resistencia. Estas pruebas confirmarán que los procesos y dosificaciones empleados son correctos, por tanto, se está comprobando indirectamente la calidad del cemento.

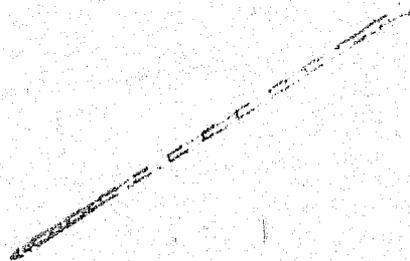
Para usar el tipo de cemento adecuado en la producción de concreto, es necesario conocer sus características físicas más importantes. Esto se inicia con el muestreo adecuado del cemento, lo que por definición será una parte representativa de la cantidad total que se vaya a usar.

El muestreo del cemento almacenado en silos se realiza mediante la introducción de un tubo-sonda en los orificios que tienen los silos, penetrando horizontalmente 0.5 del radio por ambos lados.

El tubo-sonda será de 1.50 a 1.80 m. de longitud y de aproximadamente 35 mm. de diámetro exterior y estará constituido de dos tubos de latón telescópicos con ranuras discontinuas y longitudinales, tanto en el tubo interior como en el exterior, coincidiendo dichas ranuras en ambos tubos. Para facilitar la penetración del tubo-sonda en el cemento, uno de los extremos terminará en forma cónica. Haciendo girar el tubo interior, la ranura se abrirá y cerrará alternativamente. Una vez lleno, se

cerrarán las ranuras y se extraerá el tubo. Se tomarán muestras individuales para formar la muestra compuesta de 6 kg. -- por cada 350 toneladas.

Tan pronto como se tome la muestra, deberá colocarse en un recipiente a prueba de humedad y de aire y cerrarse herméticamente.



### **Tube Sampler, Bulk Cement**

The CT-395 Tube Sampler is used for sampling cement in bulk storage or bulk shipments.

The Sampler consists of two brass telescoping tubes with registering slots. The slots are opened or closed by rotation of the inner tube.

#### **Features**

- Brass construction for rust resistance and long life
- Designed for easy sampling of bulk storage cements

#### **Testing Standards**

ASTM C-183, AASHTO T-107

#### **Specifications**

Construction	Two brass telescoping tubes with registering slots, inner tube rotating to open or close
Dimensions	1.1875 (30.16 mm) diam. x 32.75 (832 mm) long
Weight	Net 12.4 (2.75 kg)

#### **Model**

CT-395

propiedades físicas al cemento, a saber:

**C<sub>3</sub>S** Silicato tricálcico.

De este compuesto dependerán las resistencias que se adquieran a los 28 días.

**C<sub>2</sub>S** Silicato dicálcico.

De este compuesto dependerán las resistencias que se obtengan a partir de los 28 días.

**C<sub>3</sub>A** Aluminato tricálcico.

Es el responsable de la mayor generación de calor en el cemento. De este compuesto dependen las variaciones del volumen del cemento y la formación de grietas.

Es el compuesto más vulnerable al ataque de los sulfatos.

**C<sub>4</sub>F** Ferroaluminato tetracálcico.

Colabora en la aceleración de la hidratación del cemento en el concreto.

**SO<sub>4</sub>Ca** Yeso.

Su función es regular la acción química entre el cemento y el agua, controlando además el tiempo de fraguado.

## 2.1.- PRINCIPALES COMPUESTOS QUÍMICOS Y CARACTERÍSTICAS QUE LE CONFIERE AL CEMENTO.

Como se mencionó anteriormente, el análisis de un cemento se basa en estudios físicos y químicos; aunque las pruebas químicas quedan fuera del alcance de este trabajo, es importante conocer los elementos químicos principales de un tipo de cemento determinado, ya que de estos elementos depende el comportamiento del cementante en una estructura específica donde se halla utilizado.

Los principales elementos químicos de un cemento son el oxígeno, sílice, calcio, aluminio y fierro, los cuales se combinan para formar compuestos, siendo los principales: silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y ferroatuminato tetra cálcico. ( ver tabla 1 )

TABLA 1		
Compuestos principales del cemento portland.		
Nombre del compuesto	Composición del óxido	Abreviatura
Silicato tricálcico	$3 \text{ Ca} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$
Silicato dicálcico	$2 \text{ Ca} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$
Aluminato tricálcico	$3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$
Ferroatuminato tetra-cálcico	$4\text{Ca} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{AF}$

Estos compuestos conforman aproximadamente el 90% del cemento. El restante 10% lo forman constituyentes como yeso, cal libre, álcalis, etc..

Los diversos compuestos químicos le proporcionan ciertas

#### 2.4.- PRUEBAS MAS USUALES DE CALIDAD QUE SE HACEN AL CEMENTO.

Las características físicas del cemento tienen una importancia definitiva en la correcta utilización de este material en la fabricación del concreto.

Las características usuales del cemento que interesa conocer son:

- La finura
- La resistencia a la compresión
- El fraguado falso
- El tiempo de fraguado

En lo que sigue, se explicarán brevemente las pruebas prácticas para obtener las propiedades físicas antes mencionadas.

##### FINURA

- a) Finura del cemento hidráulico por medio de la malla No. 325 (Proceso húmedo)

##### Equipo.

- Balanza ( con sensibilidad de 5 mg. )
- Malla No. 325 ( tamiz )
- Manómetro ( Fijado a la llave de agua para medir la presión de salida del chorro de agua )
- Horno ó parrilla eléctrica.

##### Material

- Cemento
- Agua

##### Procedimiento

Se pone una muestra de cemento de un gramo en el tamiz limpio y seco y se le aplica un chorro de agua suavemente

para humedecer la muestra sin provocar proyecciones y después ajustar la presión de trabajo (el chorro de agua es por medio de una regadera de material no corrosivo al agua, cuyo diámetro será de 17.46 mm. exterior y con una serie de perforaciones en forma de cruz con eje en el centro y otra línea de perforaciones intermedias conformando eje también con el centro, entre cada perforación y estas a la vez formando un círculo cuyo diámetro es de perforación a perforación 6 mm. de centro a centro y en el segundo círculo con ocho perforaciones la distancia de perforación a perforación y de centro a centro será de 11.1 mm., cada perforación será de 0.51 mm. de diámetro.

El chorro de agua debe tener una presión  $0.7 \text{ kg/cm}^2$  ( $1.0 \text{ lb/in}^2$ ) y se le aplicará durante un minuto al tamiz con el cemento dándole un giro en forma circular, luego se enjuaga con agua destilada y se seca en una placa metálica de bajo calor ó en una estufa a  $100 \pm 10^\circ\text{C}$ ; una vez seca se pesa y se realizan los cálculos teniendo en cuenta el factor de corrección el cual pueda ser negativo o positivo y particular para cada tamiz.

#### DETERMINACION DEL FACTOR DE CORRECCION DEL TAMIZ

Residuo en la malla No. 325 de la muestra estandard ( No. 114 )	12.2%
Residuo para un gramo de la muestra	0.122g
Residuo en el tamiz que se esta calibrando	0.093g
Diferencia	+0.029

$$\text{Factor de corrección} = \frac{+ 0.029\text{g}}{0.093\text{g}} \times 100 = + 31.18\% = + 31.2\%$$

FACTOR DE CORRECCION = + 31,2 %

## CALCULOS.

$$R_c = R_m (100 + C)$$

$$R_m = 0.088 \text{ g.}$$

$$C = + 31.2\%$$

$$R_c = 0.088 \text{ g (100 + 31.2)}$$

$$R_c = 11.5\%$$

$$F = 100 - R_c$$

$$F = 100 - 11.5 = 88.5\%$$

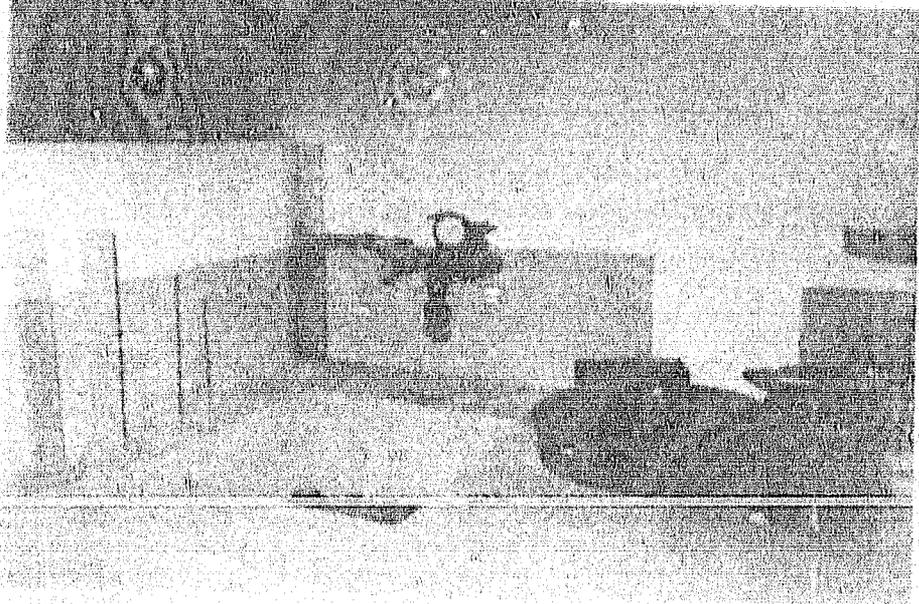
Donde :

$R_c$  = residuo corregido en porcentaje.

$R_m$  = residuo de la muestra retenido en la malla No. 325, expresado en g..

$C$  = factor de corrección del tamiz, el cual puede ser negativo o positivo.

$F$  = finura del cementante expresado como porcentaje corregido que paso por la malla.



## "DETERMINACION DE LA FINURA DE LOS CEMENTANTES HIDRAULICOS" ( METODO DE PERMEABILIDAD AL AIRE )

Es el método para la determinación de la finura de los cementantes hidráulicos, en términos de la superficie específica - expresada en  $\text{cm}^2$  por gramo de cementante, por medio de la permeabilidad que presenta una muestra de cementante al paso de aire.

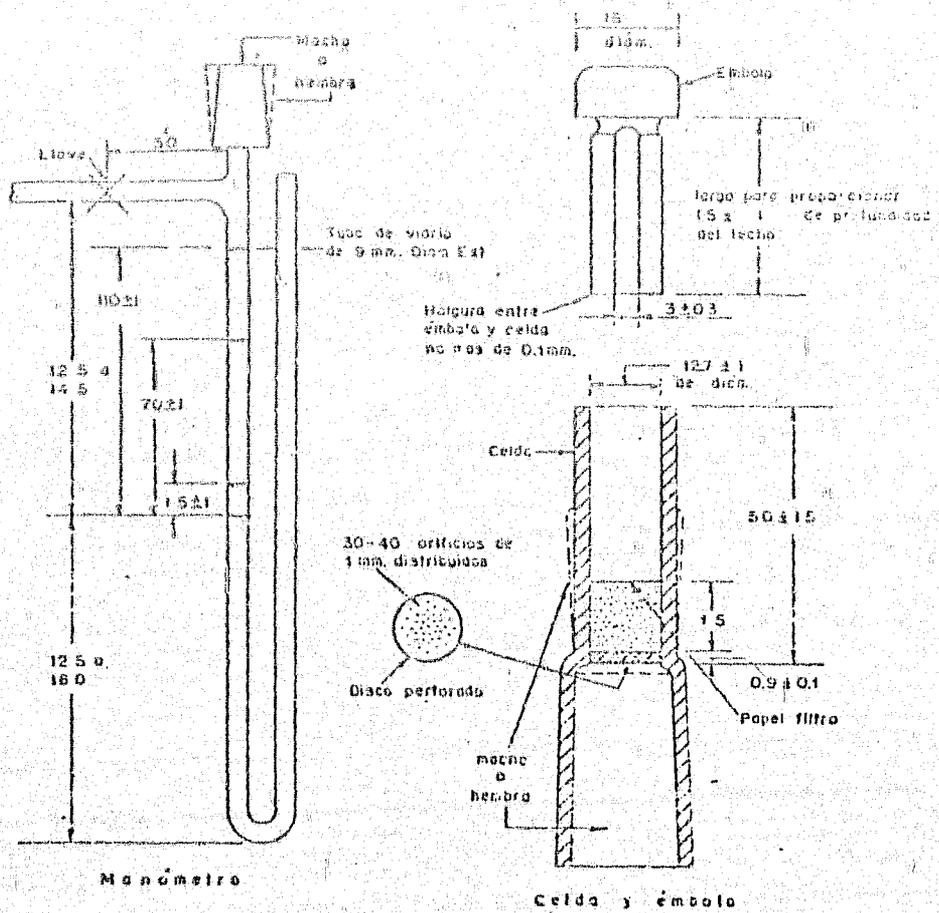
Se define superficie específica, como el área total expresada en  $\text{cm}^2$  por gramo de cementante.

Para la determinación se utiliza el aparato Blaine, consta esencialmente de una serie de dispositivos que tiene por finalidad hacer pasar el aire, a través de una capa preparada de cementante de porosidad definida. El número y tamaño de los poros esta en función del tamaño de las partículas contenidas en la capa del cementante y se determina la velocidad del paso del aire a través de dicha capa.

### CELDA DE PERMEABILIDAD

Consiste en un cilindro rígido, de vidrio o de metal inoxidable que no se amalgame con el mercurio, con diámetro interior de  $12.7 \pm 1$  mm.; la parte superior de la celda esta dispuesta en ángulo recto con respecto al eje de la misma. La parte inferior de la celda debe ajustar herméticamente con la parte superior del manómetro, en la parte interior de la celda y a  $50 \pm 15$  mm. de la parte superior, se encuentra un reborde de 0.5 a 1 mm. de ancho para soportar el disco metálico perforado.

El disco debe ser de metal inoxidable y tener un espesor de  $0.9 \pm 0.1$  mm. y de 30 a 40 perforaciones de 1mm. de diámetro, distribuidos simétricamente en la superficie del disco -- que debe ajustar perfectamente. El émbolo debe ser de acero inoxidable y ajustar en la celda con la holgura de 0.1 mm. su



C-56

APARATO BLAINE

ESCALA 1:1

ALTA 100 mm

parte inferior es plana con sus aristas en saucandra formando un ángulo recto con su eje principal, debe tener escape de aire en el centro o en la orilla y en la parte superior una corona o collarín que no permita que penetre más al émbolo, la cámara donde se coloca el cemento mide  $15 \pm 1$  mm. de altura. El papel filtro debe ser de textura media y del mismo diámetro del interior del tubo. El manómetro consta de un tubo de vidrio en forma de "U" de 9 mm. de diámetro nominal exterior, con un brazo lateral en donde se coloca una llave que haga un cierre hermético a una distancia no mayor de 50 mm. de la rama del manómetro. El líquido para el manómetro debe ser butil-1-2 bencen- dicarboxilo o bien un aceite mineral delgado, el manómetro se llena hasta la marca inferior, el líquido no debe ser volátil ni higroscópico.

El peso de la muestra debe ser el que se requiera para lograr una capa de cemento que tenga una porosidad de  $0.500 \pm 0.005$  y se calcula como sigue:

$$P = D V (1 - E)$$

Donde:

P= Peso de la muestra, en gramos

D= Densidad de la muestra de prueba (se considera 3.15 para cemento portland)

V= Volumen de la capa de cemento, en  $cm^3$ .

E= Porosidad deseada de capa de cemento ( $0.500 \pm 0.005$ )

Teniendo el peso de la muestra, se pesa la cantidad con aproximación de 0.001 g., y se coloca en la celda, colocando un disco de papel filtro sobre el disco de metal y sus orillas se presionan con el émbolo de madera, ya colocada la muestra de cemento se dan unos golpecitos en los lados de la celda con el fin de poner a nivel la capa de cemento, sobre esta se coloca otro disco de papel filtro y se comprime el cemento con el émbolo del aparato, hasta que el collarín asiente en la parte

superior de la celda se saca el émbolo con lentitud y se gira aproximadamente 90° y se vuelve a oprimir en cada determinación se deben usar discos de papel filtro nuevos. La celda se coloca en el tubo del manómetro y el aire contenido en la rama donde esta colocada la celda se elimina el aire lentamente hasta que el líquido alcance la marca más alta. Luego se cierra la llave, se pone en marcha el cronómetro en el momento en que el fondo del menisco del líquido en el manómetro llegue a la segunda marca y se detiene en el momento en que la parte baja del menisco llegue a la tercera marca; se registra el tiempo medido en segundos y se aplica la fórmula que generalmente ya se determinó una constante la cual se multiplica por la raíz cuadrada del tiempo, se considera correcto el valor cuando dos determinaciones no difieran del 2% en caso contrario se repite hasta satisfacer esta condición, si en cuatro determinaciones no se obtiene dicha aproximación se debe revisar el procedimiento y el aparato.

**Ejemplo:**

Se toman 10 g. aproximadamente del cemento que se va a probar y se agita en un frasco de vidrio herméticamente cerrado. Se deja reposar dos minutos.

Se pesan 2.940 g. de cemento ( en este caso particular ) y se vierte en la celda del Blaine.

El tiempo en segundos que se tardó el menisco del líquido en el manómetro, de descender de la segunda a la tercera marca fue de  $82.8 \pm 83$  s.

La superficie específica se calcula con la fórmula siguiente:

$$S = K_1 \sqrt{T}$$

Donde:

S = Valor de la superficie específica de la muestra de prueba, en centímetros cuadrados por gramo.

K<sub>1</sub> = Constante calculada conforme a la expresión dada.

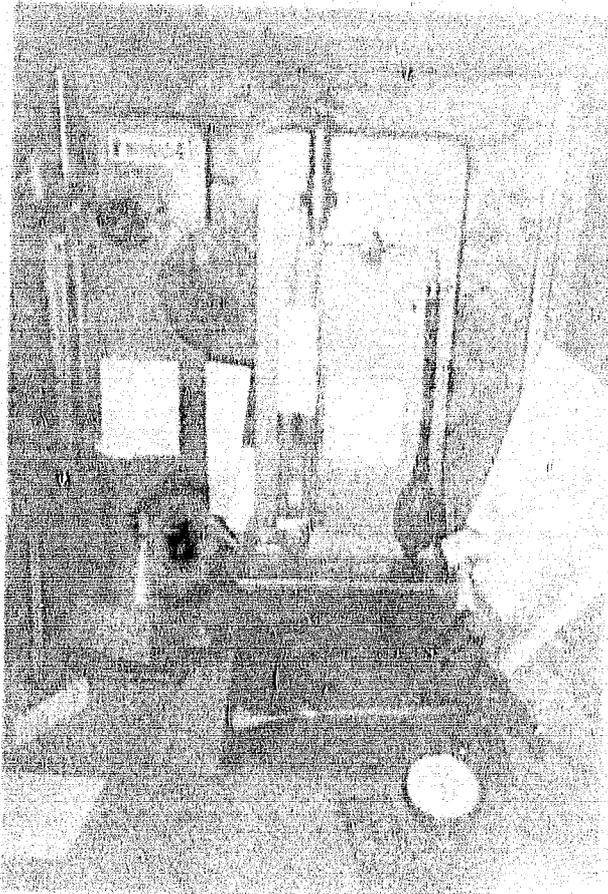
anteriormente y que corresponde a la calibración del aparato que se emplea.

En este caso  $K_1 = 365$

Por tanto :

$$S = 365 \sqrt{83}$$

$$S = 3325 \text{ cm}^2/\text{g}$$



NOTAS.

De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM - C - 1980, se especifica que el cemento portland debe tener un valor en su figura obtenida por este método de 2800 cm<sup>2</sup>/g. como mínimo, para los cementos tipo I, II, IV, V.

Para el cemento portland puzolana, de acuerdo con la norma DGN - C - 2 - 1970, se especifica que la cantidad retenida por el método húmedo en criba No. 325, debe ser máximo de 18.0 por ciento.

Para la superficie específica, cm<sup>2</sup>/g., método de permeabilidad al aire, se especifican los siguientes valores:

Valor promedio mínimo	3000
Valor mínimo en cualquier muestra	2300

Para el cemento de escoria de alto horno, para los tipos I y II se debe satisfacer los siguientes valores:

Cantidad retenida por método húmedo en criba No. 325 máximo por ciento = 12.0

Superficie específica, cm<sup>2</sup>/g., método de permeabilidad al aire:

Valor promedio mínimo	2800
Valor mínimo en cualquier muestra	2600

Para el cemento de escoria, se debe cumplir lo siguiente:

Superficie específica, cm<sup>2</sup>/g., método de permeabilidad al aire

Valor promedio mínimo	4700
Valor mínimo en cualquier muestra	4200

La finura del cemento tiene una importancia fundamental en la resistencia mecánica y en la hidratación de éste. Al aumentar la finura del cemento, aumenta la rapidez a la que se hidrata el cementante, acelerando la adquisición de resistencia.

Por otra parte, si se aumenta hasta cierto punto la finura, se reduce la cantidad requerida del agua de mezclado y también disminuye el sangrado del concreto.

FRAGUADO FALSO DE CEMENTO PORTLAND  
(- METODO DE PASTA )

Fraguado falso.- Es el desarrollo rápido de rigidez en una mezcla de pasta de cemento portland, mortero o concreto, en la evolución de mucho calor, esta rigidez puede ser disipada y la plasticidad recuperada mediante mezclado posterior sin adición de agua.

Equipo.

Revolvedora.-(Batidora).-Recipiente (Olla) y Palata.

Se usará una revolvedora mecánica accionada con un motor eléctrico, una paleta y un recipiente para la mezcla según método de mezclado mecánico de morteros de cemento hidráulico de consistencia plástica.

Aparato de Vicat.

Molde de Vicat.

Espátula de hule.

Probeta graduada.

Pipeta.

Guantes de hule.

Material.

Cemento.

Agua.

Procedimiento.

Se pesan 500 g. de cemento con suficiente agua para producir una pasta de cemento que colocada en el molde troncocónico de Vicat de una penetración la barra del aparato de Vicat de 32<sup>+</sup>4 en un período de 30 segundos.

La pasta de cemento se prepara de la siguiente manera:

Se pone el agua, se agrega el cemento y se deja en reposo durante 30 segundos, en seguida se empieza el mezclado en la primera velocidad durante 30 segundos, pasado este período se

para el mezclado y con una espátula de hule se baja todo el cemento que se haya pegado con la agitación en la parte superior de la olla, esta operación debe efectuarse en un lapso de 15 segundos inmediatamente se cambia a segunda velocidad y se inicia el mezclado por un período de 2.5 minutos, cuando se termine el mezclado con las manos protegidas con guantes de hule, se forma una bola la cual se pasa de una mano a otra, estando separadas las manos a unos 15 cm.; la bola (de cemento) se introduce en el molde troncocónico por su diámetro mayor del aparato de Vicat llenando totalmente el molde y el sobrante se elimina con un movimiento simple de la palma de la mano. Colóquese el anillo sobre su diámetro mayor en la placa de vidrio y con el borde afilado de la regla metálica quite el exceso formando un ángulo pequeño con respecto a la parte superior del anillo, teniendo cuidado de no comprimir la pasta durante la operación de corte y alizado, coloque la pasta confinada bajo la varilla del Vicat a una distancia de un tercio de borde de anillo, apriete el émbolo el cual se pondrá en contacto con la pasta de cemento, ahora colóquese el indicador móvil en la marca cero y dejese caer exactamente 30 segundos después de haber completado el mezclado. El aparato debe estar libre de vibraciones durante el ensaye. Se considera que la pasta tiene una consistencia adecuada cuando la varilla penetra  $32 \pm 4$  mm. debajo de la superficie original en 30 segundos para la penetración inicial, después de completar la lectura inicial remuevase el émbolo de la pasta, límpiese y colóquese nuevamente el anillo y la placa en una nueva posición, entonces pongase nuevamente el émbolo en contacto con la superficie de la pasta, apriete el tornillo y colóquese el indicador móvil en la marca cero de la escala, dejese caer el émbolo por segunda vez cinco minutos después de haber transcurrido el período de mezclado; se determina la penetración final 30 seg. después que el émbolo se ha dejado caer.

El informe mostrará el porcentaje de penetración como --

sigue:

$$\% \text{ DE PENETRACION FINAL} = \frac{\text{PENETRACION FINAL}}{\text{PENETRACION INICIAL}} \times 100 = \%$$

#### NOTAS.

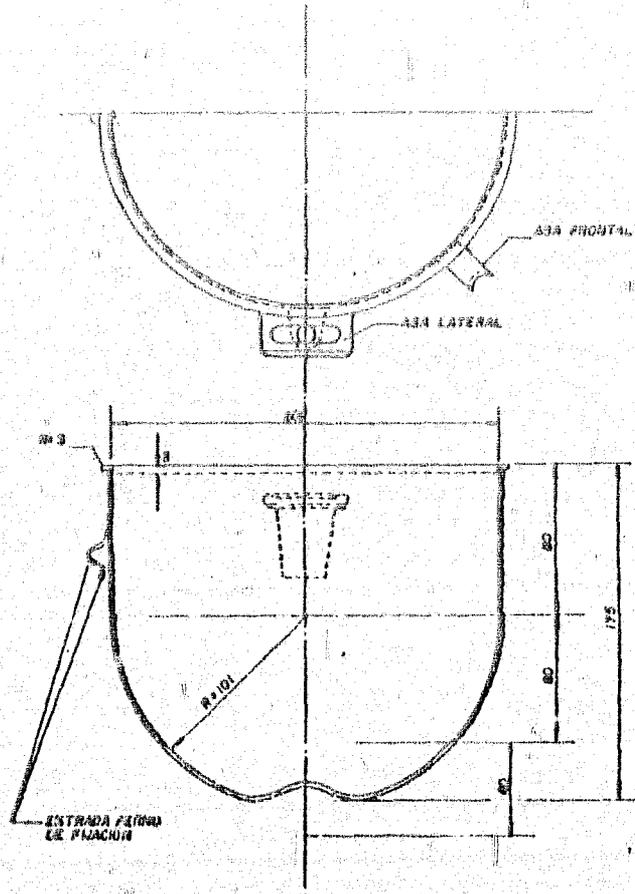
El fraguado falso en un cemento puede causar dificultades en la colocación y manejo del concreto.

Sin embargo, cuando el concreto se mezcla durante un tiempo mayor del usual, como sucede en mezcladoras móviles o cuando es remezclado antes de colocarse o transportarse suele no causar problemas.

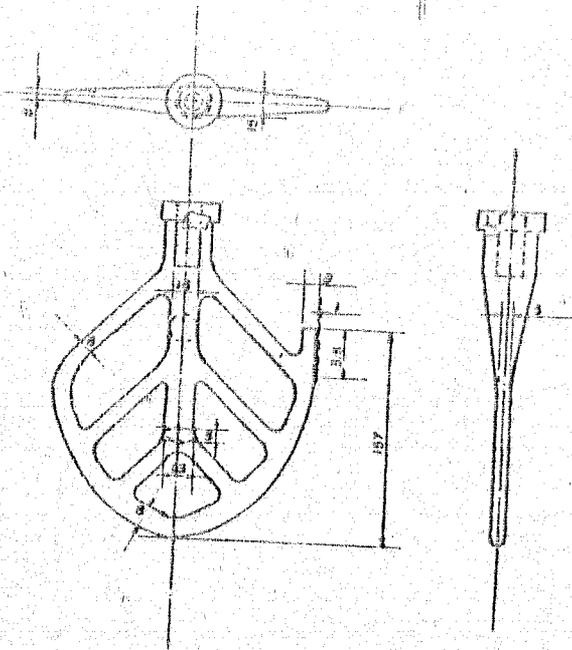
El fraguado falso no tiene efectos perjudiciales en el concreto, pero los cementos que presentan fraguado falso severo usualmente requieren un poco más de agua de mezclado para producir la misma consistencia, lo cual se traduce en resistencias ligeramente inferiores y contracción por secado ligeramente incrementada.

En la norma oficial mexicana (NOM-C-1-1980) se especifica (como requisito opcional) para el cemento portland, que la penetración, obtenida en esta prueba, debe ser del 50% mínimo en relación a la penetración inicial para los tipos I al V.

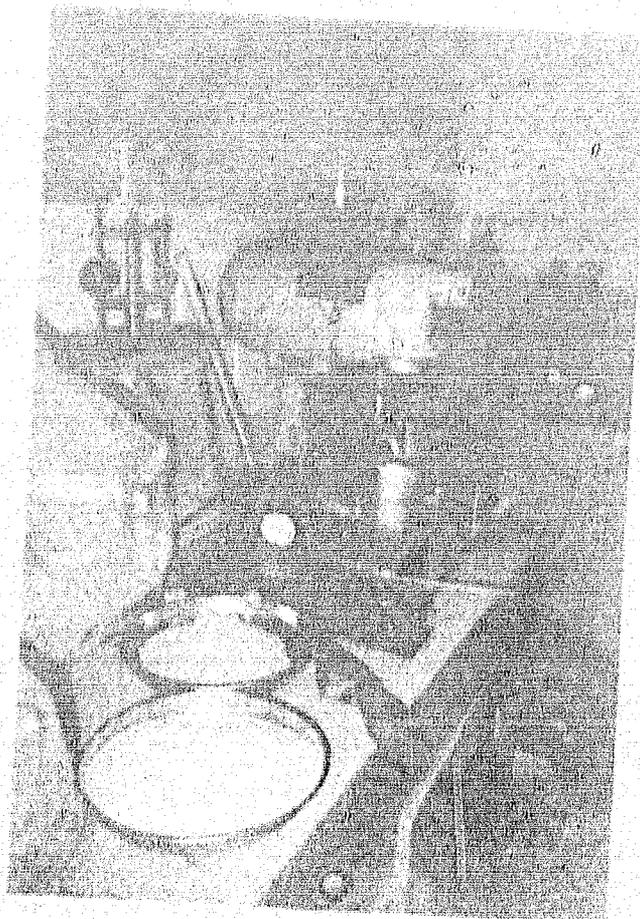
Para el cemento portland puzolana (NOM-C-2-1970) se especifica también que la penetración final debe ser del 50% como mínimo en relación a la penetración inicial.



DGN-C-05/1967 FIG. 2  
OLLA DE MEZCLADO



DGN-C-85-1967 FIG. 1  
PALETA







RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO  
HIDRÁULICO (USANDO ESPÉCIMENES CÚBICOS DE 5.0 CENTÍ-  
METROS. (2" )

Este método de ensayo hace posible la determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico, usando espécimenes cúbicos de 5.0 cm. de lado.

EQUIPO.

Balanza.

Pesas.

Probeta de vidrio.

Cuchara de hoja de acero de 10 a 15 cm. de longitud con aristas rectas.

Paleta y guantes de hule.

Moldes para los espécimenes.- Los moldes serán de un material duro que no sea atacado por el mortero (2") cinco cm., las caras interiores de los moldes serán superficies planas y no tendrán más de tres compartimientos cúbicos y podrán separarse en no más de dos partes.

Revolvedora.- (batidora).- Recipiente (olla) y paleta

Se usará una revolvedora mecánica accionada con un motor eléctrico, una paleta y un recipiente para la mezcla según método de mezclado mecánico de morteros de cemento hidráulico de consistencia plástica.

Mesa de fluidez o de flujo.- Es para determinar la fluidez de acuerdo al método especificado en la NOM-C-85 vigente.

Apisonado.- El apisonador se fabricará con material no absorbente, no abrasivo y no frágil, puede ser un compuesto de hule que tenga una dureza shore "A" de 80 $\pm$ 10 y tendrá una sección transversal de 12.7 X 25.4 mm. y una longitud conveniente de ensayo.

Máquina de compresión.

La arena usada para elaborar los espécimenes de ensayo será arena natural de sílice de Ottawa graduada.

CONDICIONES DE LABORATORIO

La humedad del laboratorio no será menor de 50%, el cuarto de humedad conservará una humedad relativa no menor de 90% y una temperatura de 23°C ± 1,7 °C.

PROPORCIONAMIENTO DE LOS MATERIALES.

Las proporciones de los materiales secos con los cuales se harán los morteros estandar será una parte de cemento y 2.75 partes de arena, el agua para los cementos tipo I, II y V será de 0.485 en peso y para los cementos tipo III, y puzolánico será la necesaria para obtener una fluidez de 110 ± 5 determinada en la mesa de fluidez. Se hacen varios morteros con diferentes cantidades de agua hasta obtener la fluidez deseada.

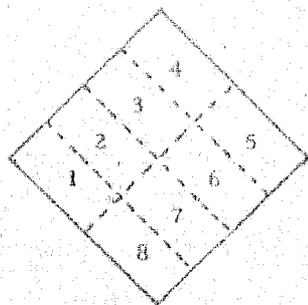
PROCEDIMIENTO.

En el recipiente de la batidora se vierte la cantidad fijada de agua y cemento, haciendo la mezcla por 30 seg. a la primera velocidad de mezclado.

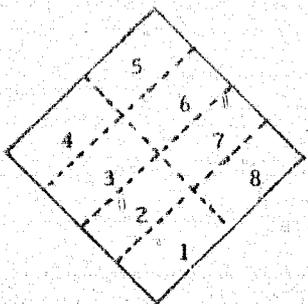
Al terminar este tiempo y sin parar la batidora, se agrega la arena inmediatamente y se bate nuevamente por otros 30 seg. Nuevamente, al terminar este lapso de tiempo, se detiene la batidora y con la paleta de hule se baja de las paredes del recipiente el mortero adherido y se mezcla otro medio minuto en 2a. velocidad. Se deja reposar la mezcla un minuto y medio -- cubriendo la boquilla del recipiente con un trapo húmedo.

Después del reposo, se mezcla otro minuto.

La mezcla o mortero ya elaborado se coloca en una capa de más o menos 2.5 cm. de espesor en todos los compartimientos de los moldes utilizados, apisonase el mortero en cada compartimiento cúbico 32 veces en aproximadamente 10 seg. y en -- cuatro etapas. Cada etapa deberá formar ángulos rectos con la anterior y consistirá de ocho golpes adyacentes sobre la superficie del espécimen, la presión de apisonado será justamente la -- necesaria para asegurar un llenado uniforme de los moldes



VUELTAS 1 Y 3



VUELTAS 2 Y 4

DCN - C - 61 - 1976  
 ORDEN DE COMPACTACION  
 DEL MODELO DE LOS CUBOS.

terminada la 1a. capa terminese el llenado con la 2a. capa aplomada y acabese con la cuchara casi totalmente inclinada, inmediatamente después de completar el moldeado, coloquese los especímenes en el cuarto o gabinete húmedo durante un lapso de 24 horas, si se desmoldan antes conservese en los anaquelos del cuarto húmedo hasta que cumplan las 24 horas y después sumérganse en agua los especímenes que no se vayan a probar, estos permanecerán en inmersión hasta que les toque el ensaye.

La carga se aplicará en las caras que hayan quedado con las caras planas del molde; se registrará la carga y se determinará la resistencia a la compresión y se reporta el promedio del espécimen ensayado, y no se toma en cuenta los que están defectuosos y que su valor sea menor del 10% del promedio.

#### EJEMPLO.

##### Materiales utilizados:

Arena natural de sílice de Ottawa.

Cemento Portland tipo I normal.

Agua.

##### Proporcionamiento de los materiales

Relación cemento-arena	1:2.75
Relación agua - cemento	a/c = 0.485
Cantidad de arena	460 g X 2.75 = 1265 g.
Cantidad de cemento	460 g.
Agua ( destilada o potable )	0.485 X 460 g = 223 ml.

Se ensayaron los cubos de mortero hechos con el procedimiento anteriormente descrito, a la edad que se especifica.

Edad de tres días			
CARGA	AREA	ESFUERZO	PROMEDIO
kg	cm <sup>2</sup>	kg / cm <sup>2</sup>	kg / cm <sup>2</sup>
4420	25.8	171.3	
3950	25.8	153.1	153
3500	25.8	135.6	

Edad de 7 días			
CARGA	AREA	ESFUERZO	PROMEDIO
Kg.	cm <sup>2</sup>	Kg./cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
6380	25.8	247.3	
5900	25.8	228.7	225
5140	25.8	199.2	

NOTAS.

La norma oficial mexicana del cemento portland DGN-C-1 1980, especifica lo siguiente:

Si se usa cemento tipo I, los ensayos se hacen a los 3 y 7 días, debiéndose obtener 130 y 200 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia mínima a cada edad respectivamente.

Para el cemento tipo II, los cubos se ensayan a los 3 y 7 días, debiéndose registrar 105 y 175 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia mínima a cada edad respectiva.

Para el cemento tipo III, los ensayos a compresión de los cubos se hacen a las 24 horas y a los 3 días, debiéndose registrar una resistencia de 130 y 250 Kg/cm<sup>2</sup> mínima a cada edad, respectivamente.

Para el cemento tipo IV, los ensayos a la compresión se hacen a los 7 y 28 días, dando una resistencia de 70 y 175 Kg/cm<sup>2</sup> mínimo, respectivamente.

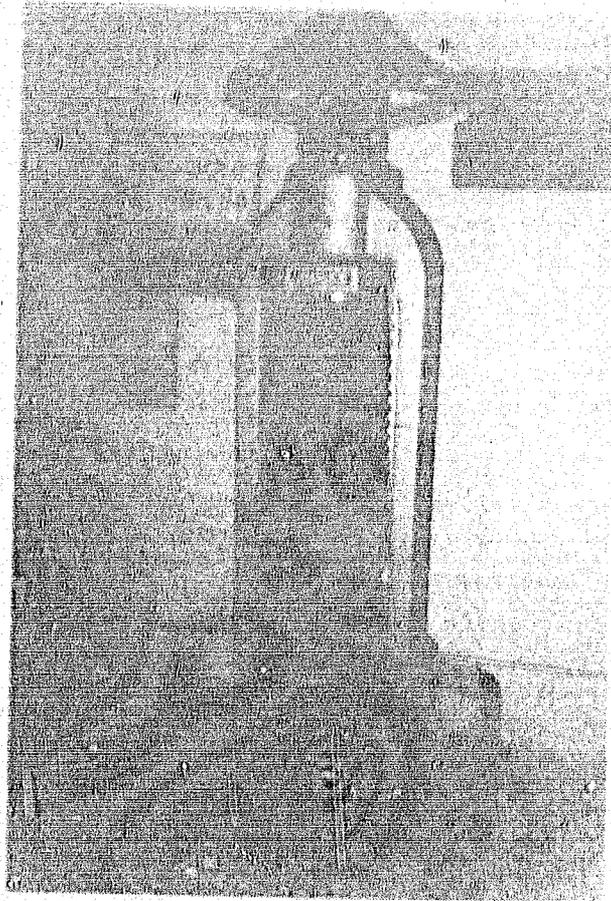
Para el cemento tipo V, los ensayos se hacen a los 3, 7 y 28 días, dando una resistencia de 85, 155 y 210 Kg/cm<sup>2</sup> -- como mínimo, respectivamente.

Usando cemento puzolánico, los ensayos se realizan a los 7 y 28 días, debiéndose obtener de resistencia mínima 150 y 250 Kg/cm<sup>2</sup> a cada edad respectiva. (DGN- C - 2 -1970 )

Para el cemento portland escoria de alto horno, se indica que los ensayos se deben hacer a los 3, 7, y 28 días, debiéndose obtener de resistencia mínima 85, 185, y 250 Kg/cm<sup>2</sup> a la edad especificada. (relación cemento-arena 1:75 en peso)

Teniendo como base los resultados obtenidos en la prueba de ensaye de los cubos de mortero, se puede inferir una correlación con los cilindros de concreto.

Si los cubos proporcionan una resistencia alta, se puede esperar que los cilindros de concreto, cuando sean ensayados, den también una resistencia alta, o viceversa.



## TIEMPO DE FRAGUADO

Esta norma establece el método para determinar el tiempo de fraguado de una muestra de cementantes hidráulicos, midiendo su resistencia a la penetración de la aguja de Vicat.

### EQUIPO.

Aparato de Vicat.

Consiste en un armazón, (A) que lleva una barra móvil, (B) la cual pesa 300g. y en uno de cuyos extremos (C) tiene un diámetro de 10 mm. en una longitud mínima de 50 mm. en el otro extremo lleva una aguja de penetración removible (D) de 1.0 mm de diámetro y 50 mm. de longitud. La barra B es reversible y puede colocarse en cualquier posición por medio de un tornillo (E) y tiene un indicador ajustable (F), el cual se mueve a lo largo de una escala graduada en milímetros y que va fija sobre el armazón A. La pasta se coloca dentro de un anillo troncocónico rígido (G) que descansa sobre una placa cuadrada, lisa, no absorbente (H) de aproximadamente 10 cm. por lado.

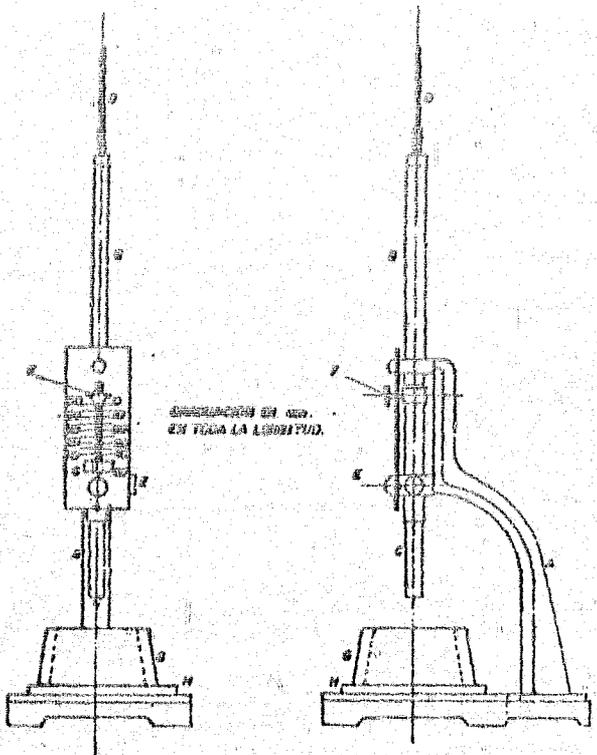
El anillo debe ser de un material inoxidable e impermeable con un diámetro interior de 7 cm. en la base inferior y 6 cm. en la base superior y con una altura de 4 cm.

### PREPARACION DE LA PASTA DE CEMENTO.

Se mezclan 500 g. de cemento con el porcentaje de agua de mezclado, obtenido al determinar el agua de consistencia normal y de acuerdo al método para mezclado de pastas.

### PENETRACION DE LA PROBETA

Con las manos enguantadas, rápidamente se forma con la pasta una pelota y se completa la operación lanzándola de una mano a la otra 6 veces, manteniendo las manos separadas a una distancia de 15 cm. Después de esto, con la pelota en la palma de una mano y el anillo troncocónico en la otra, se introduce -



DGN-C-59-1975 FIG. 1  
APARATO DE VICAT.

la pelota dentro del anillo por la base mayor comprimiendola hasta llegarlo por completo.

El sobrante de la pasta sobre la base mayor, se quita mediante un simple movimiento de la palma de la mano, en seguida se coloca el anillo por su base mayor en la placa H y el sobrante de pasta se quita de la base menor, mediante un corte oblicuo con el filo de la cuchara inclinada ligeramente sobre la tasa superior; y si es necesario, se alisa la superficie con la punta de la cuchara sin presionar la pasta.

PROCEDIMIENTO.

Una vez en la probeta, se coloca inmediatamente en la camara húmeda, a una temperatura de 23± 2°C, con humedad relativa no menor del 90%. Después de 30 minutos que permanezca en estas condiciones, se determina la penetración de la aguja de 1.0 mm. de diámetro y posteriormente cada 15 minutos (cada 10 minutos para cemento tipo III) hasta que se obtenga una penetración de 25 mm. o menor.

Para la determinación de la penetración se baja la aguja D, hasta que queda en contacto con la superficie de la pasta. Se fija el tornillo E y se le coloca el indicador F en la parte superior de la escala, tomándose una lectura inicial. Se afloja el tornillo E con lo que la varilla queda suelta y a los 30 segundos se hace la lectura para determinar la penetración de la aguja.

(Si la pasta se encuentra muy plástica en las penetraciones originales, la caída de la barra debe retardarse para evitar la desviación de la aguja). Se registran todas las penetraciones y por interpolación, se determina el tiempo correspondiente a la penetración de 25 mm. este es el tiempo de fraguado inicial. El tiempo de fraguado final es aquel en el que la misma aguja no penetra visiblemente.

## 2.6.- MUESTREO DEL AGUA PARA CONCRETO

Se describe a continuación el procedimiento del muestreo del agua para concreto de distintas fuentes de abastecimiento para su posterior análisis en el laboratorio.

### Aparatos y equipo

#### Frasco muestreador.

Frasco de vidrio o de polistileno, de 2 dm<sup>3</sup> de capacidad, provisto de un dispositivo que pueda destaparse o taparse herméticamente cuando se encuentre sumergido en el agua en el punto adecuado para tomar la muestra. Para facilitar su inmersión en el agua debe tener el fondo lastrado.

Bomba de succión, manual, rotativa o de émbolo.

Recipientes para la muestra, su transporte y/o conservación.

Estos recipientes deben de ser de 5 dm<sup>3</sup> de capacidad, de color obscuro, con tapa de vidrio o de plástico que haga cierre hermético.

### Procedimiento.

Todos los aparatos y equipo de muestreo deben estar perfectamente limpios y enjuagarse con el agua por muestrear, cuando menos dos veces, antes de tomar la muestra.

#### De fuentes naturales.

Cuando la muestra tenga que tomarse de manantiales, ríos, canales, o de cualquier otra fuente en la que el agua circule en forma continua, la muestra debe integrarse con porciones tomadas con el frasco muestreador, en un lapso de tres días consecutivos, en el sitio y a la profundidad en donde se encuentre la toma del equipo de bombeo.

Si la muestra se debe de tomar de lagos, estanques, cenotes, jagüeyes, pozos, o represas en las que el agua no está en circulación, la muestra se debe integrar con dos o más porciones extraídas con el frasco muestreador a diferentes pro -

luchadas en el sitio en que está la toma del equipo de bombeo.

#### De vehículos de transporte.

La muestra se debe tomar con el frasco muestreador, el cual se introduce por la escotilla de carga hasta aproximadamente la mitad de la profundidad del agua, las veces que sea necesario para integrar la muestra de  $5 \text{ dm}^3$ . También puede tomarse en la descarga, pero directamente en el recipiente en el que se va a enviar y/o conservar. La muestra se debe integrar con dos o tres porciones tomadas a intervalos iguales durante el tiempo que tarde la descarga del vehículo de transporte.

#### Agua almacenada en tambores.

Para cada lote que contenga un total de  $50 \text{ m}^3$  o fracción, se toma la muestra que se integra con porciones extraídas de la parte media de tambores elegidos al azar y cuyo número debe ser igual a la raíz cúbica de los que forman el lote. Para esta operación se puede utilizar el frasco muestreador o la bomba manual de succión.

#### Agua almacenada en depósitos.

Cuando la muestra se tenga que tomar de tanques, cisternas, u otro tipo de almacenamiento con paredes revestidas, se puede integrar en dos o más porciones tomadas de diferentes profundidades con el frasco muestreador, o con la bomba manual de succión.

#### Agua conducida por tuberías.

Antes de tomar la muestra, se debe abrir la descarga un tiempo conveniente para eliminar el agua estancada en la tubería. La muestra se toma llenando el recipiente para la muestra, para su envío o conservación; integrándola con cinco o más porciones extraídas a intervalos iguales durante un período de hora y media.

### 2.4.- CALIDAD DEL AGUA DE MEZCLADO

Es común aceptar que el agua para la elaboración del concreto debe ser potable, sin embargo, el agua no adecuada para beber puede usarse también satisfactoriamente.

Un método sencillo para determinar si el agua es adecuada, consiste en comparar el tiempo de fraguado del cemento y la resistencia de cubos de mostero usando el agua en duda con los resultados obtenidos usando agua satisfactoria o destilada. Usualmente se acepta una tolerancia de un 10% para variaciones aleatorias en la resistencia.

Sin embargo, cuando se cuenta con un tipo de agua diferente de la potable y se tienen dudas de su calidad, los siguientes métodos son aplicables para determinar sus características de calidad.

- Determinación de aceite, grasa y sólidos en suspensión.
- Determinación de la suma de carbonatos y bicarbonatos como  $\text{CO}_3$
- Determinación de sulfatos como  $\text{SO}_4$
- Determinación de cloruros como  $\text{Cl}$
- Determinación de la materia orgánica por el oxígeno consumido.
- Determinación del magnesio  $\text{Mg}$
- Determinación de  $\text{CO}_2$  disuelto.
- Determinación del pH.
- Determinación de impurezas en solución
- Determinación de alcalis como  $\text{Na}$ .

De tal forma que si se pretende usar agua natural o contaminada en la elaboración del concreto, se deben cumplir los siguientes requisitos anotados en la tabla siguiente (excepción - hecha del agua de mar)

ores característicos y límites máximos tolerables de sales e impurezas

Notas de la tabla 1.

Impurezas	Límites en p.p.m.	
	Cementos ricos en calcio	Cementos Sulfato-resistentes
<b>Cloruros en Suspensión</b>		
En aguas naturales (Limos y Arcillas)	2000	2000
En aguas recicladas (Rinco de Cemento y Agregados)	50000	35000
<b>Cloruros como Cl<sup>-</sup> (a)</b>		
Para concreto con acero de pres-fuerzo y piezas de puentes	400 (c)	600 (c)
Para otros concretos reforzados en ambiente húmedo o en contacto con metales como el aluminio, fierro galvanizado y otros similares	700 (c)	1000 (c)
Sulfato como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (a)	3000	3500
Magnesio como Mg <sup>++</sup> (a)	100	150
Carbonatos como CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	600	600
Dióxido de Carbono disuelto, como CO <sub>2</sub>	5	5
Alcalis totales como Na <sup>+</sup>	300	450
Total de impurezas en solución	3500	4000
Grasas o Aceites	0	0
Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido)	150 (b)	150 (b)
pH	No menor de 6	No menor de 6,5

a.) Las aguas que excedan los límites establecidos para cloruros, sulfatos y magnesio, podrán emplearse si se demuestra que la concentración calculada de estos compuestos en el agua total de la mezcla, incluyendo el agua de absorción de los agregados u otros orígenes, no exceda dichos límites.

b.) El agua se puede usar siempre y cuando las arenas que se empleen en el concreto acusen un contenido de materia orgánica cuya coloración sea inferior a 2 de acuerdo con el método de la NOM-C-88.

c.) Cuando se use cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) como aditivo acelerante, la cantidad de éste debe tomarse en cuenta para no exceder el límite de cloruros de esta tabla.

Puesto que la agresividad de las aguas para la elaboración y curado del concreto está en función de la ausencia de compuestos en ellas o de la presencia de sustancias químicas perjudiciales disueltas o en suspensión en concentraciones que sobrepasen los límites antes anotados, es importante conocer sus posibles efectos de las diferentes aguas naturales o contaminadas.

Aguas puras.

Son agresivas por su acción disolvente e hidrolizante sobre los compuestos cálcicos del concreto.

Aguas ácidas naturales.

Su acción se debe a la presencia de gas carbónico libre-- ( $\text{CO}_2$ ) y/o ácidos húmicos que disuelven rápidamente los compuestos del cemento, de los agregados calizos y del concreto.

Aguas fuertemente salinas.

Cuando estas aguas contienen fuerte concentración de ciertas sales, éstas propician que otras muy agresivas se vuelvan más solubles antes de la saturación. Como aguas de mezclado, su acción sobre la cal es la que interrumpe las reacciones de fraguado del cemento y cuando se emplean para curarlo, pueden ejercer una acción disolvente sobre los componentes cálcicos del concreto.

Aguas alcalinas.

Estas producen la hidrólisis alcalina de ciertos compuestos del cemento por los cationes alcalinos y pueden ser nocivas para toda una gama de cementos diferentes al aluminoso, los cuales sufren un ataque corrosivo con aguas de esta naturaleza ya que los cationes alcalinos tienen una acción sobre los aluminatos cálcicos hidratados y sobre los iones de calcio.

#### Aguas sulfatadas (Selenitosas)

Estas aguas pueden considerarse las más agresivas, en lo particular para los cementos ricos en cal total y aluminato tricálcico y en lo general para aquellos concretos o morteros fabricados con cementos de reacción básica tales como los portland. En general estas aguas propician la formación de una sal doble fuertemente hidratada, conocida como Sal de Candiot, que es un sulfato aluminato tricálcico bajo una forma pulverulenta y expansiva.

#### Aguas magnesianas.

Las aguas magnesianas que contienen sulfato de magnesio, son de las más agresivas por la gran solubilidad de éste y su tendencia a fijar la cal formando hidróxido de magnesio y yeso insoluble.

Cuando se encuentra disuelto en el agua de mezclado en fuertes dosis, su acción sobre la cal es la que interrumpe el fraguado y esta acción es mayor en el caso de los cementos portland con alto contenido de aluminato tricálcico.

#### Agua de mar.

La acción de las aguas de mar es muy compleja, se parece al de las aguas selenitosas naturales y aunque su contenido de sulfatos es superior al de éstos últimos su proceso de ataque es lento y menos agresivo debido a la acumulación superficial de calcita, formada por la reacción de la cal del cemento con el bicarbonato de calcio que contiene el agua de mar.

Por otra parte el sulfato de calcio no está en el estado de saturación debido a la presencia de otros sulfatos tales como el de magnesio, que forma un depósito de magnesio insoluble en los poros del concreto, también contribuye a disminuir su agresividad, la acción inhibitoria, no despreciable, de los cloruros sobre el ataque de los sulfatos. Sin embargo, el empleo del agua de mar en los concretos simples produce eflorescencias. En el

concreto reforzado o preesforzado aumenta el peligro de la corrosión del acero por lo que no debe usarse para estos fines.

#### Aguas recicladas.

Estas aguas pueden ser agresivas si contienen sulfatos, cloruros y álcalis en concentraciones considerables. Por otra parte si tiene gran cantidad de sólidos en suspensión, y estos no se toman en consideración, el concreto puede acusar los defectos propios del exceso de finos.

#### Aguas industriales.

Las aguas industriales generalmente son perjudiciales para el concreto ya que contienen iones sulfato ( $SO_4$ ), ácidos orgánicos e inorgánicos que atacan a todos los tipos de cemento, de éstos los más resistentes son los que prácticamente no contienen cal libre o no tienen posibilidad de liberarla, tales como: los aluminosos, los puzolanicos y los de escoria de alto horno con bajo contenido de clinker.

#### Aguas negras.

Dada la complejidad de la composición de las aguas negras no es recomendable el uso de ellas, ya que sus efectos son imprevisibles y solo podrían ser utilizadas aquellas que previamente han sido tratadas adecuadamente y que contengan sustancias perjudiciales para el concreto dentro de los límites que se especifican en la tabla.

#### ESPECIFICACIONES.

El agua de mar cuando sea imprescindible su empleo, se debe usar únicamente para la fabricación y curado de concretos sin acero de refuerzo.

El agua cuyo análisis muestre que excede alguno o algunos de los límites de la tabla, se puede utilizar si se demuestra que en concretos de características semejantes elaborados--

con esta agua han acusado un comportamiento satisfactorio a los  
efectos del tiempo en condiciones similares de exposición.

2.7.- MUESTREO DE AGREGADOS

A continuación se describe al detalle, el método empleado en el muestreo de agregado grueso y fino.

La muestra de agregado (arena o grava) que se va a analizar, se toma del frente de ataque del material que se encuentra en las máquinas ubicadas en los patios de almacenamiento.

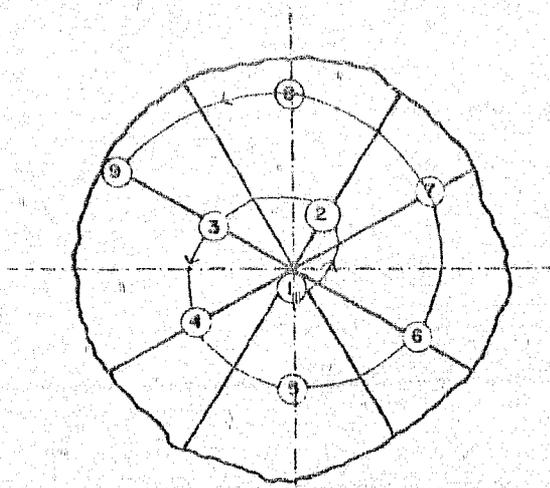
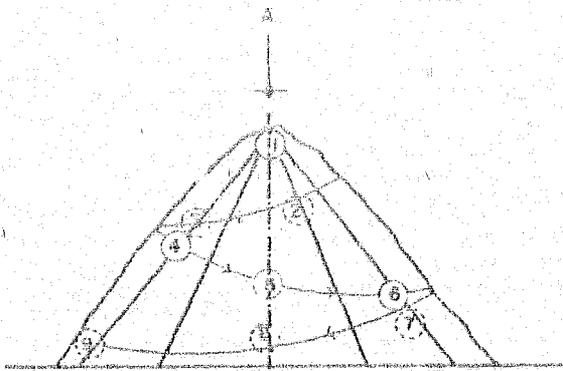
El muestreo se realiza haciendo canales de suficiente profundidad con una pala alrededor del yacimiento, desde la parte superior hasta la parte inferior.

Se toman porciones aproximadamente iguales de diferente nivel y directriz al mismo.

Las muestras simples obtenidas se reúnen en una carretilla para formar una muestra compuesta, la cual se considera que es representativa del material.



Carretilla de recipiente metálico, con capacidad para contener 30 litros, como mínimo, equipada con llanta neumática.



VISTA-A

DGN - C-30	MUESTREO DE MATERIAL ALMACENADO	ESCALA no
		ACOTACION: no
FIG. 5		DIBUJO JORGE ALBERTO



Fig. 1. Muestreo de arena para una prueba de rutina en la obra.

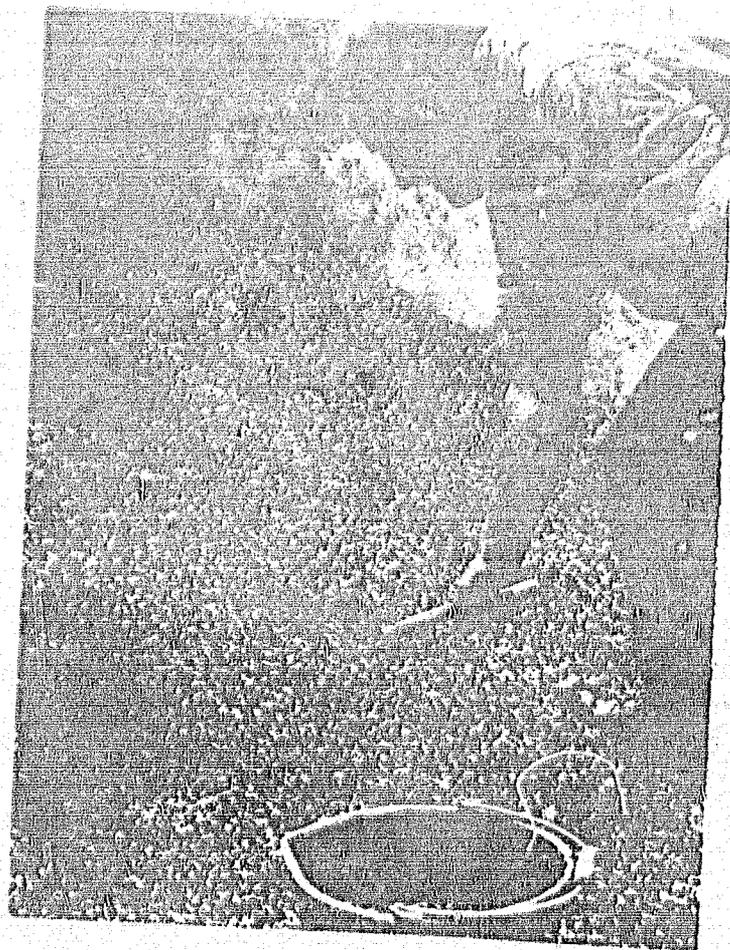


Fig. 2. Las muestras siempre deben ser representativas de todo el lote. Esta muestra de agregado grueso se está tomando para pruebas en obra.

#### 2.8. PREPARACION DE LA MUESTRA DE AGREGADO

El método nacional que se emplea para preparar la muestra de agregado obtenida en el almacén de la planta, previo al análisis en el laboratorio es el siguiente.

Se deposita la muestra sobre una superficie plana, dura y limpia, donde no se pueda provocar pérdida de material ni que se pueda contaminar con materias extrañas.

Se mezcla el material completamente, traspaleando toda la muestra en una pila cónica, depositando cada palada sobre la anterior.

Con la pala se ejerce presión sobre el vértice, aplanando con cuidado la pila hasta obtener un espesor y un diámetro -- uniformes (parecido a un cono truncado), cuidando de que cada cuarta parte de la pila resultante no se mezcle con los otros. El diámetro debe ser aproximadamente de cuatro a ocho veces el espesor.

A continuación se divide la pila aplanada en cuatro partes iguales con una cuchara de albañil o con una pala, cuidando de que los residuos de material fino que quedan entre las partes separadas sean cepilladas a la parte que le corresponde.

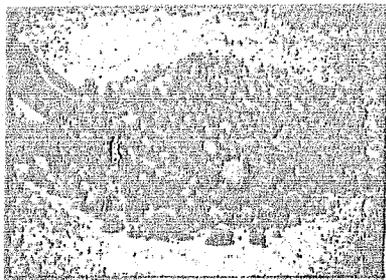


Foto No. 1

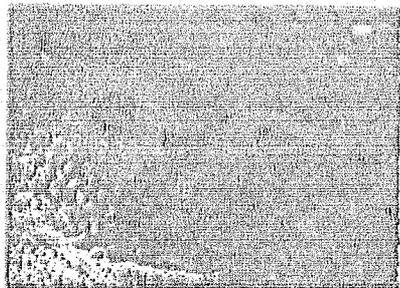


Foto No. 2

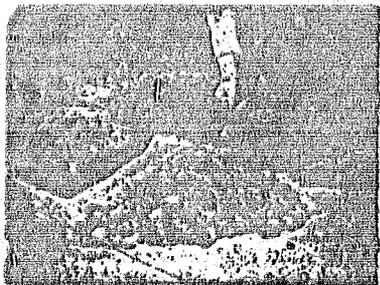


Foto No. 3



Foto No. 4

PRUEBA DE AGREGADOS

Si se dispone de un "cuarteo" el cuarteo a mano no es necesario, ya que la caja tiene compartimentos y conductos que separan la muestra en la forma deseada.

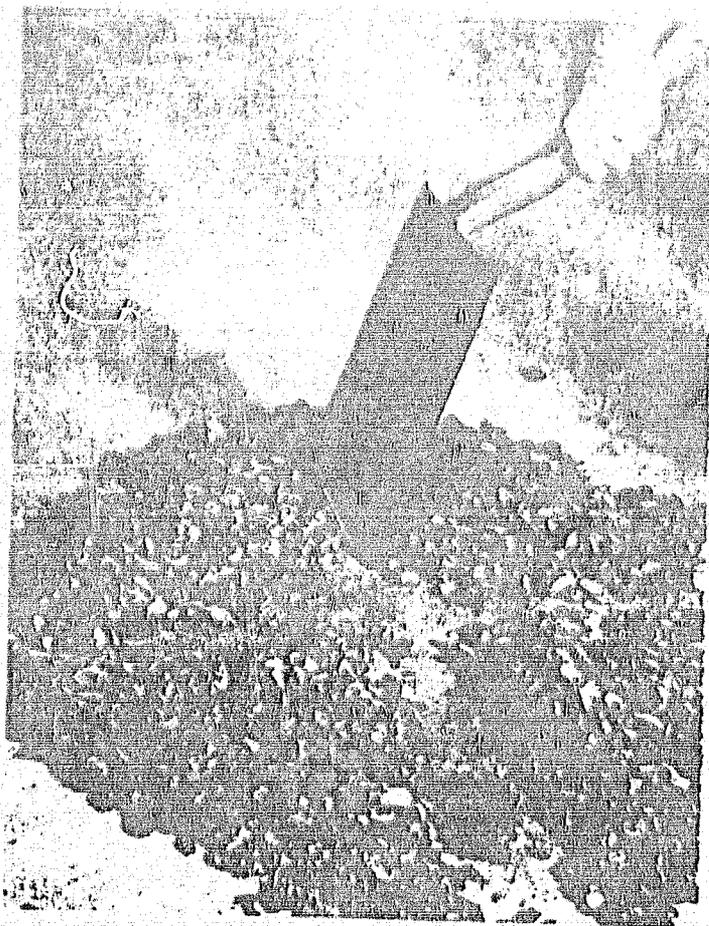


Fig. 3. Método de cuarteo para obtener una muestra uniforme.

2.9.- ANALISIS DE LOS AGREGADOS

Las principales propiedades físicas de los agregados que intervienen en la elaboración del concreto son las siguientes:

- \* Densidad
- \* Absorción
- \* Peso volumétrico suelto y compactado seco.
- \* Pérdidas por lavado
- \* Materia orgánica
- \* Granulometría
- \* Contaminación

\* Densidad

Con la determinación de esta propiedad, se tiene un dato para clasificar al agregado como ligero o pesado.

La densidad relativa es la relación entre el peso de un volumen dado de material (arena o grava) y el volumen de agua desalojada.

- Equipo.-
- Báscula de 120 Kg.
  - Balanza de precisión con aproximación de 0.1 g.
  - Picnómetro.
  - Carga
  - Cucharón
  - Franela
  - Molde troncocónico con su pisón
  - Frasco de Chapman

Grava.- Del material que se ha preparado para su análisis en el laboratorio, se pesa cerca de 1.5 kg. el cual previamente se hace pasar por la malla No. 4 (4.76 mm) para separar el material que se considera como arena.

En seguida se lava perfectamente para eliminar cualquier tipo de materia extraña y se pone a saturar en agua por un tiempo de 24 horas.

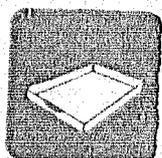
Al término de este tiempo se saca el material del



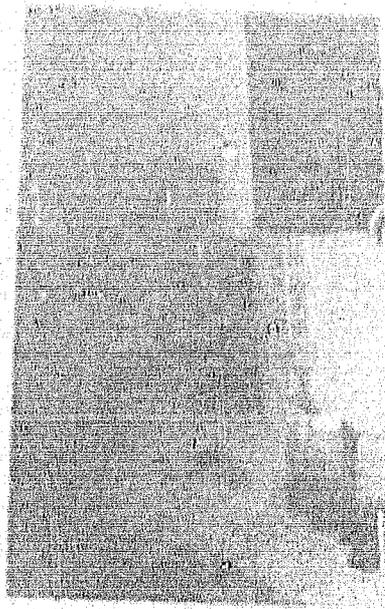
Escala de 10 kilogramos de capacidad, de este tipo, con aproximación de 10 gramos en la escala más baja.



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



Cucharón metálica rectangular con capacidad para contener 25 litros aproximadamente.



y se seca con la franela hasta que la película de agua superficial desaparezca; esto se observa cuando ya no tiene la película un brillo acuoso (se debe evitar la evaporación del agua de los poros del agregado durante el secado de la superficie).

- Procedimiento.-
- a.- Se pesa 1.0 kg. de material en estado saturado y superficialmente seco.
  - b.- Se vierte el material poco a poco en el picnómetro (que previamente ha sido aforado) - evitando salpicaduras y procurando que no arrastre aire.
  - c.- Se tomará lectura del volumen de agua desalojada cuando termine totalmente el escurrimiento.

**Cálculo.**

$$\text{Densidad} = \frac{A}{B} \times 1000$$

Donde: Densidad = Kg/ m<sup>3</sup>

A = Peso del material usado en estado S.S.S., en kg.

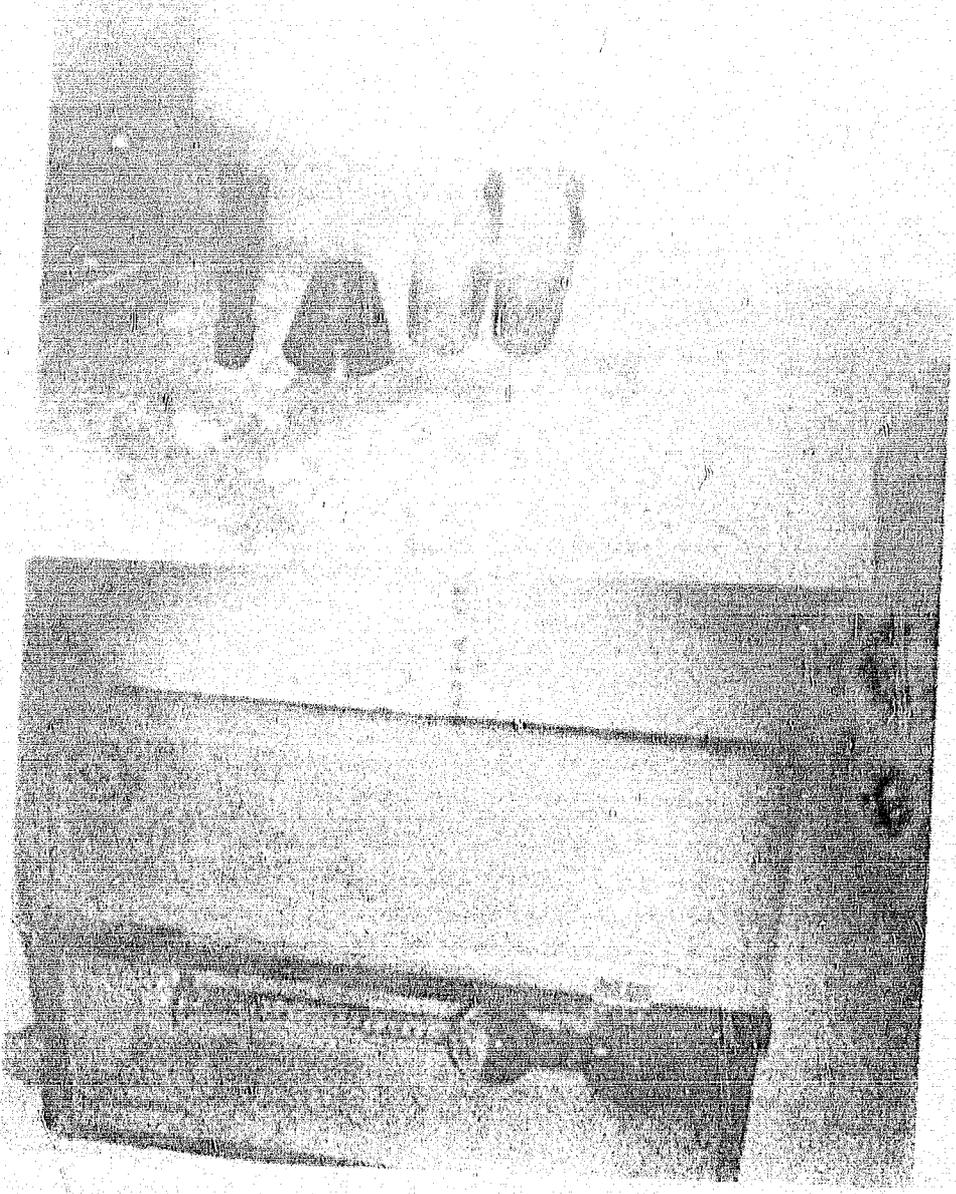
B = Líquido desalojado por el material, en cm<sup>3</sup>.

**Arena**

Del material que se tiene preparado para las pruebas de laboratorio, se pesan 500 g. y se pone a saturar por un tiempo de 24 ± 4 horas.

El molde debe ser de lámina de metal, con espesor de 0.8 mm. de forma tronco cónica, con 40 mm. de diámetro superior y 90 mm. de diámetro inferior, una altura de 75 mm. y una tolerancia en sus dimensiones de ± 3 mm..

El pisón debe ser una pieza cilíndrica de metal, con un diámetro de 25 ± 3 mm., un peso de



L

340 ± 15 g. y una superficie circular plana y lisa.

Se extiende la muestra en una superficie lisa, no absorbente, expuesta a una corriente de aire caliente y se remueve con frecuencia, para tener una evaporación uniforme de la humedad superficial. Esta operación se continúa hasta que se 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 base mayor sobre una superficie lisa, no absorbente y se llena en una sola capa de la muestra que se compacta por el propio del pisón, colocandolo suavemente; se continúa hasta terminar de enrasar el molde.

A continuación se levanta el molde verticalmente; si el material muestra una superficie plana en su base superior, se continúa revolviendo la muestra y evaporando el agua; 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 la arena forma un cono.

Cuando ya se ha alcanzado el estado de S.S. S., se pesan 200 g. y se vierten al frasco de Chapman, el cual ha sido previamente aforado hasta una cierta medida de su volumen.

Se agita el contenido hasta tener la seguridad de que el aire atrapado ha sido expulsado de los espacios que hay en la arena.

Se deja reposar hasta que las partículas en suspensión de la arena se asienten y el agua se note clara.

Se hace la lectura del agua que fue desplazada por la arena, esto es, de la cantidad total -

de agua que se marca en el frasco, junto con la arena, se resta el volumen inicial que sirvió para aforar el frasco, se supone entonces que el resultado es la cantidad de líquido desalojado por el material en estado S.S.S..

**Cálculo.** El cálculo de la densidad se hace en la misma forma que en el caso de la grava.

**\* Absorción.**

La absorción proporciona idea de la porosidad del material, lo que tendrá influencia en características tales como densidad aparente, textura, demanda de agua y resistencia estructural.

Se considera que la absorción es la cantidad de agua capaz de ser tomada por un material (arena o grava), después de estar sumergido en agua durante 24 horas, y se expresa como porcentaje del peso seco del material.

**Equipo.**- Balanza de precisión con aproximación de 0.1 g.

Charolas.

Estufa o parrilla.

Cucharón.

Franela.

**Grava.**- La muestra depositada en el picnómetro se retira y se pone a secar al 100%, se deja enfriar a la temperatura del laboratorio de 1 a 3 horas; después se pesa.

**Cálculo.**-

$$\% \text{ Absorción} = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

**Donde:**

$P_h$  = Peso húmedo de la muestra (S.S.S.), en g.

$P_s$  = Peso seco de la muestra, en g..

PRUEBA DE AGREGADOS



**Arena.** Se pesan 500 g. de la arena en estado S.S.S. que se obtuvo en la prueba de la densidad y se seca al 100 %. Cuando ya está seco, se deja enfriar y se pesa.

**Cálculo** Se procede en la misma forma como se hizo en el caso de la grava.

\* **Peso volumétrico.**

Es la relación entre el peso de un material y el volumen ocupado por el mismo, expresado en  $\text{kg/m}^3$ .

**Peso volumétrico Suelto seco** Se usará invariablemente para la conversión de peso a volumen o sea, para conocer el consumo de agregados por metro cúbico de concreto.

**Peso volumétrico Compactado seco** Se usa para el conocimiento de volúmenes de materiales apilados y que están sujetos a acomodamiento o asentamiento provocados por el tránsito sobre ellos o por la acción del tiempo.

**Equipo.** - Báscula de 120 kg.

Varilla metálica para compactar, de 16 mm. de diámetro, redonda, lisa y de largo 60 cm. aproximadamente, uno o los dos extremos deben ser redondeados en forma de bola de 16 mm. de diámetro.

Medida. Un recipiente metálico de forma cilíndrica con asas. Deberá ser impermeable, con las partes superior e inferior alineadas y planas, preferentemente maquinado para que tenga dimensiones exactas en el interior y con rigidez suficiente para que conserve su forma bajo condiciones severas de uso.

El borde superior no debe tener aristas vivas, estará contenido en un plano con una tolerancia de 0.25 mm. y

deberá ser paralelo al fondo, con una tolerancia de 0.25 grados.

Sus dimensiones estarán contenidas en la siguiente tabla.

Capacidad en Lt.	Diámetro interior en mm.	Altura interior en mm.	Espesor mínimo de metal en mm.		Tamaño máximo del agregado en mm.
			fondo	pared	
3	155 ± 2	160 ± 2	5.0	2.5	12.7
10	205 ± 2	305 ± 2	5.0	2.5	25.4
15	255 ± 2	295 ± 2	5.0	3.0	38.1
30	355 ± 2	305 ± 2	5.0	3.0	101.6

Nota: La muestra de agregado deberá ser secada prácticamente hasta peso constante.

Pala

Cucharón

Regla metálica

Para la prueba de la arena, se puede usar el recipiente de 3 Lt.

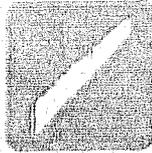
Peso volumétrico  
suelto.

Grava y arena

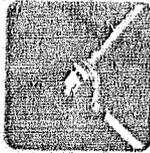
Se llena el recipiente con una pala o cucharón de grava o arena dejandola caer en forma uniforme desde una altura no mayor de 5.0 cm. del fondo del recipiente y de la superficie del agregado posteriormente.

El enrase se hará con el rasero, corriendo sobre los bordes de la medida y sacando todo el material que se oponga a su libre movimiento.

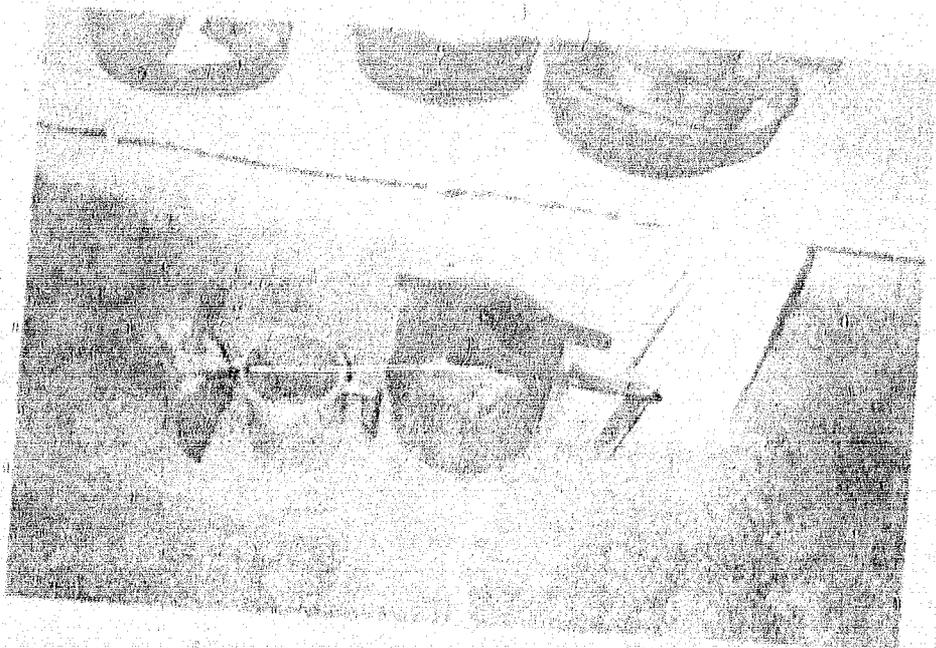
Los espacios vacíos dejados en la operación de enrase se llenarán acomodando grava en ellos, manualmente, pero sin ejercer presión.



Espeja maderada para enrasar, que tenga dimensiones aproximadas de 30 centímetros de longitudinal, ancho de 2.5 centímetros y espesor de 3 centímetros; sus aristas deben ser rectas y estar libres de mordeduras.



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



Se pesa el recipiente con su contenido de grava o arena y se anota.

Peso volumétrico compactado Grava y arena Es el mismo procedimiento anterior, solo que el llenado del recipiente se realiza en 3 capas y en cada una de ellas se golpeará 25 veces con la varilla punta de bala, en forma de espiral.

**Nota :** Al compactar la primer capa, la varilla no deberá golpear con fuerza el fondo del recipiente. Al varillar la segunda y últimas capas, se usara la fuerza necesaria para que la varilla penetre sólo en la última capa de agregado que se halla colocado en el recipiente.

**Cálculo.-**

Peso volumétrico suelto o compactado, en kg.

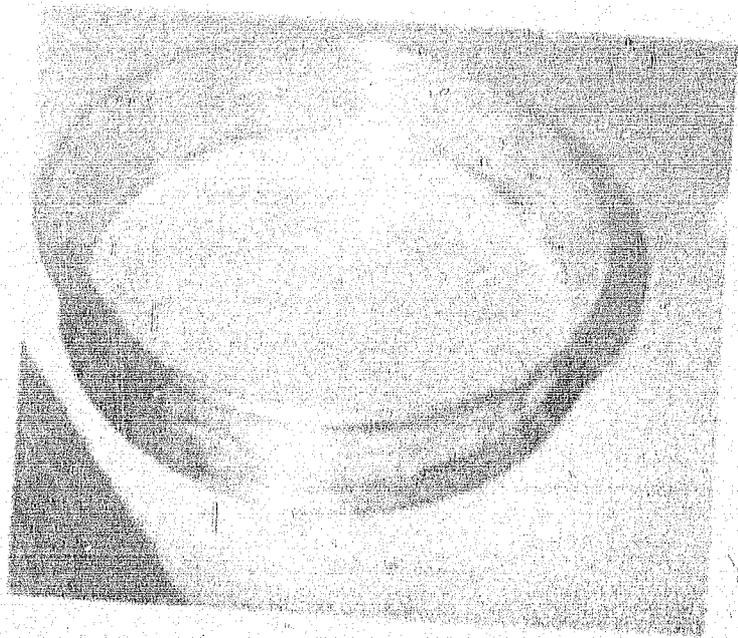
$$P.V. = \frac{\text{Peso del recip. con el material} - \text{Peso del Recip.}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

**\* Perdidas por lavado.**

La presencia de material de tamaño menor que la malla No. 200 en una arena, puede ser considerada como impureza y por lo tanto es necesario conocer su calidad.

**Equipo.-** Balanza de precisión con aproximación de 0.1 g.  
Charola  
Tamiz No. 200  
Farrilla o estufa

**Procedimiento.-** a.- Se toma una muestra representativa de arena obtenida por cuarteo y se seca al 100%.  
b.- Se pesan 500 g. de la muestra seca, y se anota.



- c.- Se vierte esta cantidad de muestra en la charola y se cubre con agua.
- d.- Se agita vigorosamente, teniendo cuidado de no perder ni agua ni muestra.
- e.- A continuación se vacía el agua sobre la malla No. 200, se repiten las operaciones c y d, hasta obtener una agua de lavado completamente limpia.
- f.- Se regresa el retenido en la malla a la charola de lavado y se seca, anotando su peso seco,

Cálculo.

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

Donde:

%A = Porcentaje de material que pasa la malla No. 200, por lavado.

B = Peso inicial.

C = Peso seco de la muestra después del lavado.

**\*Determinación de limos, arcilla y materia orgánica.**

**Arena**

**Equipo.** Botella graduada de vidrio, incoloro, de aproximadamente 240 ml.

**Reactivo:** solución de hidróxido de sodio (3%).

Se disuelven tres partes de hidróxido de sodio, NaOH, en 97 partes, por peso.

**Muestra:** Del material que se tiene preparado para hacer las pruebas de laboratorio, se toma una cantidad suficiente.

**Procedimiento.** a.- Verter aproximadamente 50 ml. de arena

4. Dejarlo reposar durante tres horas.
5. Medir la profundidad de la capa de finos y la altura de la arena que se encuentra debajo. No debe haber más de 3 mm aproximadamente de finos por arriba del nivel superior de la arena.

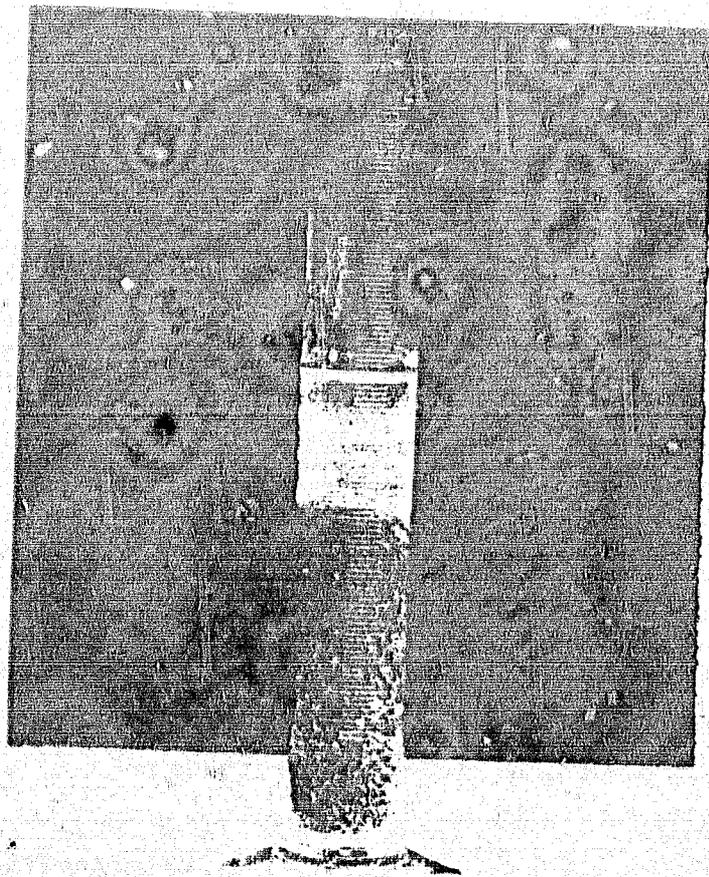


Fig. 8. En la prueba de finos la capa de sedimento arriba de la arena no debe ser de más de 8 mil da volumen. La que aquí se muestra es de cerca de 4 ml.

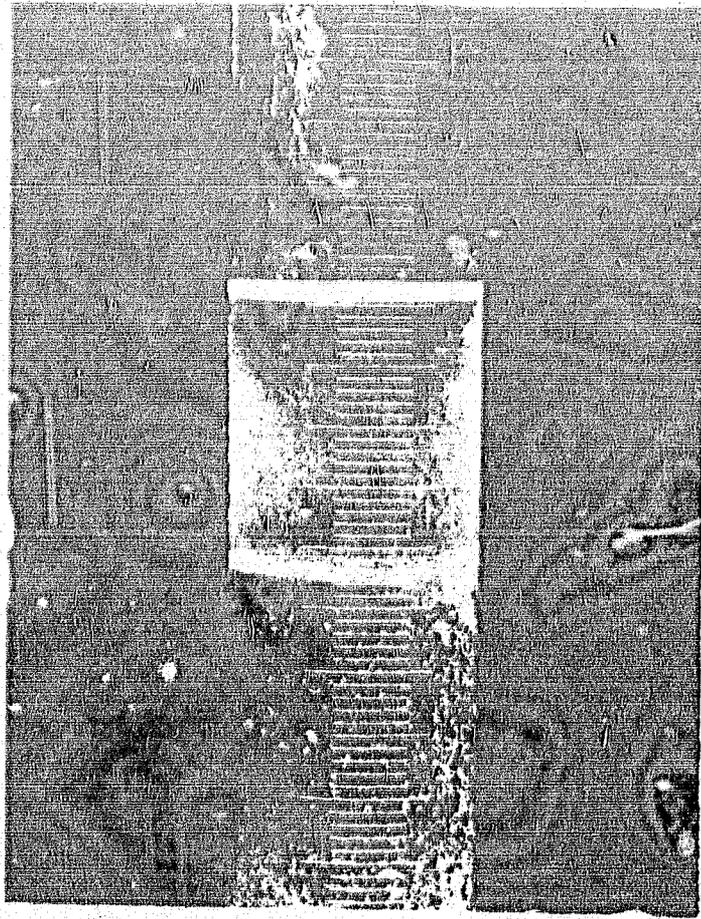


Fig. 9. Acercamiento fotográfico de la capa de finos de la figura 8.

dentro del frasco.

- b.- Verter la solución hasta que haya alrededor de 25 ml. sobre el nivel superior de la arena.
- c.- Agitar bien el frasco.
- d.- Dejarlo reposar durante 3 horas.
- e.- Para hacer la lectura de la materia orgánica, el tiempo de reposo es de 24 - horas aproximadamente.

Pasado este tiempo, se observa una delgada capa de finos que aparecen en la parte superior de la arena contenida en la botella y además una coloración del agua.

Se mide la profundidad de la capa de finos y la altura de la arena que se encuentra debajo.

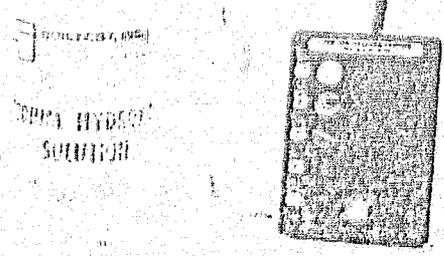
El resultado del contenido de limos y arcillas en la arena se toma como un porcentaje.

**Cálculo:**

$$\text{Porcentaje del contenido de finos} = \frac{\text{Altura de la capa de finos}}{\text{Altura de la columna de arena}} \times 100$$

Para el caso de la materia orgánica, este dato se toma como resultado de una comparación del color del líquido obtenido en la botella donde se hizo la prueba, con una serie de colores tabulados, a los cuales se les ha asignado un número de menor a mayor, y que tiene por objetivo señalar límites de confianza para el agregado, por los efectos que podría causar el contenido de materia orgánica en la elaboración del concreto.

El color observado del líquido en la prueba de ensaye, se compara entonces y se ve con cual color se asemeja y por tan-



### Organic Impurities Test Set

The Organic Impurities Test Set is used to determine the presence of injurious organic compounds in sand to be used in cement mortar or concrete. The test serves as a warning that further tests of the sands are necessary before they are approved for use.

- Features**
- Meets ASTM and AASHTO specifications
  - Includes all items necessary to perform test

**Testing Standards:**  
ASTM C-40; AASHTO T-21

**Specifications:**  
Refer to individual components for details.

**Model**  
Set includes: 6 Graduated Impurities Test Bottles (CT-96)  
1 Color Standard Chart (CT-97)  
1 pt. Sodium Hydroxide Solution (CT-98)

CT-95

### Sodium Hydroxide Solution

Supplied in one pint bottles, this pre-mixed working solution is used in the organic impurities test method for cement mortar or concrete.

- Features**
- Pre-mixed working solution ready to use
  - Prepared in accordance with ASTM and AASHTO specifications

**Testing Standards:**  
ASTM C-40; AASHTO T-21

**Specifications:**  
Solution: 100% Sodium Hydroxide (NaOH) in distilled water, 10% solution.  
Weight: 1.000 g/ml (approx.)

**Model**  
CT-98

FALLA DE ORIGEN

tanto, cual número podría ser. Si el número del color al que se podría encasillar el color del líquido queremos comparar es alto, entonces se puede esperar un gran contenido de materia orgánica, el cual se puede esperar tenga efectos nocivos en el concreto.

Sucede lo contrario, en el caso de que al color del líquido por comparar, se puede encasillar con un color de la tabla al cual le corresponda un número bajo.

\* Granulometría.

La composición granulométrica consiste en la distribución de -- tamaños de partículas, determinadas en laboratorio por medio de una separación mecánica o manual con mallas reglamentarias. Los valores obtenidos se expresan como porcentajes retenidos o que pasen las diversas mallas, se tabulan y se grafican para su interpretación.

La gráfica correspondiente de los retenidos en cada malla se dibuja y se confronta con los límites establecidos como aceptables.

Las variaciones en la graduación de los agregados alteran una serie de factores tales como el área específica del material, lo que incide en la trabajabilidad del concreto y a la demanda de agua y cemento.

Otros efectos son la afectación a la compactación de la masa de concreto, al acabado, la segregación y el sangrado.

Las normas oficiales señalan límites de graduación óptima para los agregados grueso y fino, lo que sirve de partida para establecer un criterio acerca de la tendencia que se deben buscar para obtener el mejor comportamiento de los agregados.

En cuanto al control de los agregados, para evitar variaciones importantes en su granulometría dependerá de la fuente de abastecimiento de que se disponga. Cuando los materiales son de producto de trituración, se puede esperar una uniformidad relati--

vamente buena y el control sería sólo evitar cambios exagerados de los tests de explotación y alteraciones del equipo de trituración por desgaste. Por el contrario, cuando los materiales se adquieren en bancos de agregados naturales, de tipo de minas o depósitos de ríos, puedan hallarse ambos casos, el de agregados uniformes o de agregados heterogéneos. En este segundo caso se tendrá que hacer uso de algún proceso complicado de clasificación o lavado del material para tener la uniformidad exigida por las especificaciones de la obra.

**Equipo.-** ( Para arena y grava )

Balanza de precisión con aproximación de 0.1 g.

Báscula de 120 kg.

Charolas de lámina.

Juego de mallas :

Arena : No. 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 y charola.

Grava : 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", No. 4, No. 8

**Procedimiento.-** Arena.

- a.- Se cuartea la muestra total de la arena ( seca ) hasta obtener 500 g..
- b.- La cantidad de muestra pesada se cernirá en las mallas superpuestas de mayor a menor. Los tamices deben agitarse a mano o mediante algún dispositivo mecánico.
- c.- Una vez que se haya comprobado que cada tamiz a dado paso a todo el material, las porciones se colocarán en recipientes por separado para poder pesarlos.
- d.- Se pesa cada una de las porciones obtenidas en el cribado con aproximación de 0.1 g. en el orde del tamaño correspondiente - los cuales se anotan. La suma de los pesos deberá coincidir con el peso total de la muestra empleada.

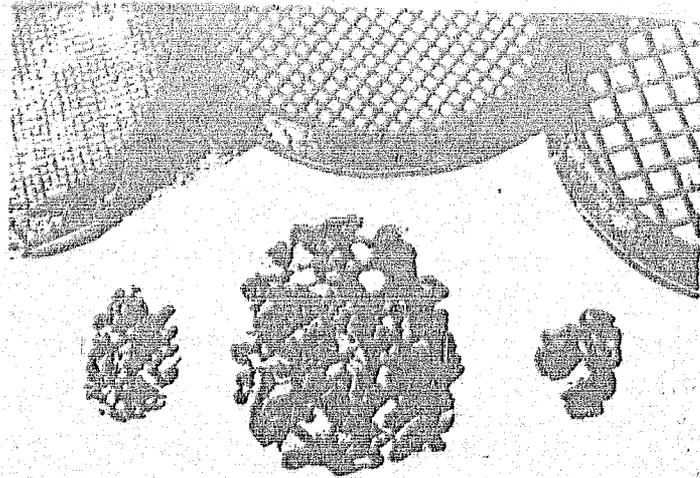


Fig. 13. Muestra de agregado grueso de 20 mm después de haber sido tamizada. En el centro está la porción que pasa por la malla de 20 mm, pero que es retenida por la malla de 5 mm; a la derecha, la porción de agregado mayor de 20 mm; a la izquierda, la porción que pasa por la malla de 5 mm.

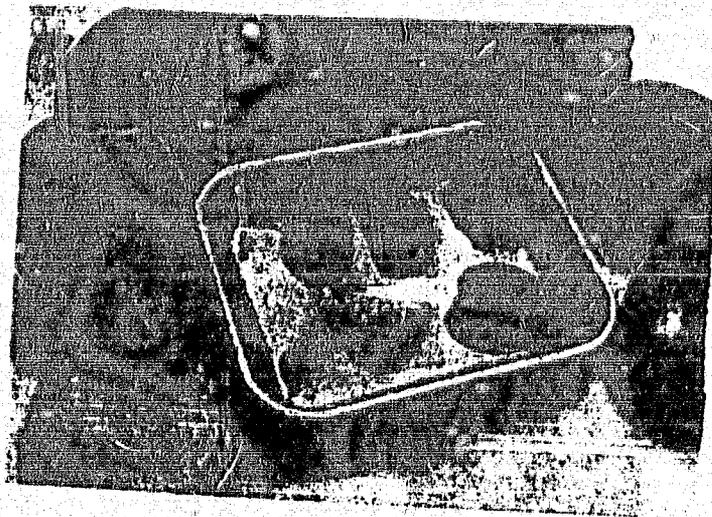
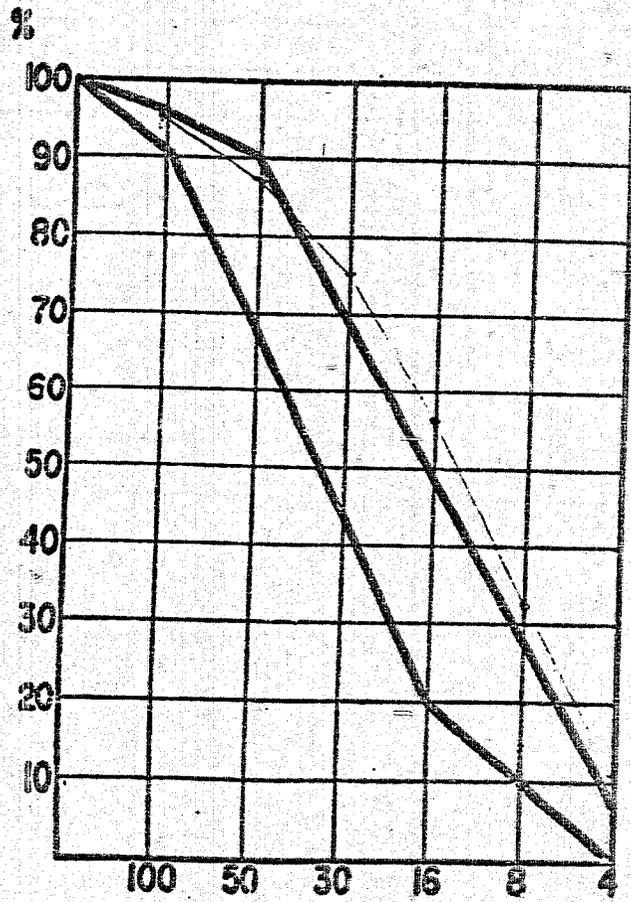
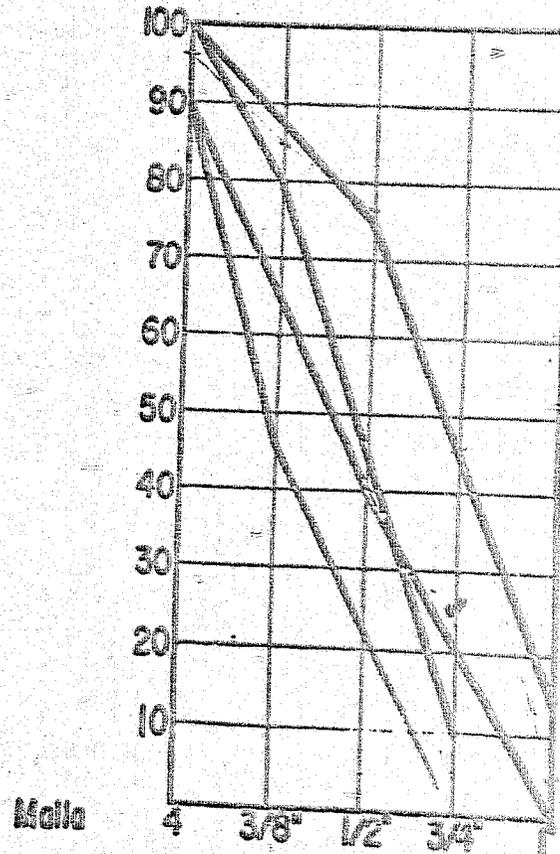


Fig. 12. Muestra de arena tamizada después de haber sido graduada.

# Arena



# GRAVA (Max. 34) (Max. 17)



### ANALISIS GRANULOMETRICO

#### GRAVA

PESO MUESTRA = 13.624 kg  
 PESO ARENA = 0.428 kg  
 DIFERENCIA = 13.196 kg  
 % ARENA = 3

#### ARENA

PESO MUESTRA = 0.861 kg  
 PESO GRAVA = 0.098 kg  
 DIFERENCIA = 0.763 kg  
 % GRAVA = 11

Maila	Peso (kg)	Por ciento %	Entero %	Acum.
3"				
2"				
1-1/2"				
1"	0.377	2.76	3.0	3.0
3/4"	5.923	43.4	43.0	46.0
1/2"	4.025	29.4	30.0	76.0
3/8"	1.156	8.65	9.0	85.0
Nº 4	1.715	12.5	12.0	97.0
Charola	0.428	3.14	3.0	100.0
Sumas	13.624		100.0	100.0

Maila	Peso (kg)	Por ciento %	Entero %	Acum.
Nº 4	.098	10.99	11	11
Nº 8	.188	21.80	22	33
Nº 16	.202	23.60	24	57
Nº 30	.155	18.00	18	75
Nº 50	.105	12.30	12	87
Nº 100	.068	7.90	8	95
Nº 200				
Charola	.045	5.40	5	100.0
Sumas	.861	100.0	100.0	
Módulo de Finura				3.50

Procedimiento.-

Grava.

- a.- Se requiere una muestra con un peso total no menor de 25 kg. obtenido por cuarteo, la muestra se cernirá en los tamices especificados, separando en charolas los retenidos correspondientes, se deberá tener cuidado de que no queden partículas aprisionadas entre los alambres que forman las mallas.
- b.- Una vez separado el material, se procederá a pesar cada porción en charolas taradas, los pesos obtenidos deberán registrarse.

Módulo de finura.-

Grava.

Se obtiene de la suma de los porcentajes acumulados en las mallas usadas dividida entre 100.

$$M.F. = \frac{\sum \% \text{ Acumulados}}{100}$$

Arena.

Se obtiene mediante la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas No. 4 a la No. 100, dividida entre 100.

$$M.F. = \frac{\sum \% \text{ Acum.}}{100}$$

\* Contaminación granulométrica.

La contaminación consiste en todos aquellos materiales de los agregados cuyos tamaños mayores y menores sobrepasan los límites especificados como aceptables.

La arena tendrá supratamaño (grava)

La grava tendrá infratamaño (arena) y supratamaño (partículas mayores al tamaño máximo del agregado)

Equipo.- Tamices : 3/4" ( 19 mm.) y No. 4 ( 4.7 mm.)  
Báscula de 120 kg.  
Charolas de lámina galvanizada.  
Cucharón

Procedimiento - A la muestra por analizar, se le determina el peso neto en kg. y se registra el peso total.

Grava El material se hace pasar por las mallas 3/4" y No.4 registrándose el peso del material retenido en la malla 3/4" ( peso del supratamaño )

Del material que pasa la malla No.4 se registra el peso del mismo en kg. ( peso del infratamaño )

Cálculos El porcentaje del supratamaño de la grava se determina como sigue :

Grava

$$S = \frac{\text{Peso del supratamaño ( kg. )}}{\text{Peso total ( kg. )}} \times 100$$

S = Porcentaje de supratamaño de la grava.

El porcentaje del infratamaño se determina como sigue :

$$I = \frac{\text{Peso del infratamaño ( kg )}}{\text{Peso total ( kg )}} \times 100$$

I = Infratamaño de la grava, en porciento

Procedimiento  
Arena

A la muestra por analizar se le determina el peso neto en kg. y se registra -- (peso total)

El material se hace pasar por la malla No.4 registrandose el peso en kg del material retenido (peso del supratamaño)

Cálculo  
Arena

El porcentaje del supratamaño de la arena se determina como sigue:

$$S_a = \frac{\text{Peso del supratamaño ( kg )}}{\text{Peso total ( kg )}} \times 100$$

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

ESTUDIO DEL METODO DE DISEÑO

### 3.1. INTRODUCCION.

El diseño de mezclas de prueba de concreto es el proceso mediante el cual se proporcionan los materiales que reúnen determinadas características de calidad, para producir un concreto con propiedades de resistencia, trabajabilidad, durabilidad, consistencia, etc.

Para llevar a cabo un diseño, es necesario la realización de mezclas de prueba en laboratorios de control de calidad del concreto, que son el punto de partida para la elaboración de concretos en la planta a nivel industrial para su uso en la obra. Aunque estas se hacen con cantidades reducidas de material, -- proporcionan un índice muy cercano a lo que se obtendrá cuando se trabaje en la obra con cantidades mayores y con el equipo adecuado.

Los siguientes aspectos son importantes para el productor o para el consumidor y que se deben tener en cuenta en la -- elaboración de mezclas de prueba de laboratorio.

- \* El contenido de cemento por metro cúbico de concreto, -- que es el que afecta el costo.
- \* La resistencia que es un requisito a cumplir.
- \* La manejabilidad o sea el revenimiento.

Se presupone que ya está definido el tipo de cemento a emplear y el tamaño máximo del agregado, en caso de no ser así, entonces se definirán de acuerdo a lo siguiente:

Tipo de cemento: Dependerá básicamente de las condiciones a que estará expuesta la estructura y del tipo de ésta.

Tamaño máximo del agregado: En concreto reforzado, el tamaño máximo del agregado que puede usarse está regido por -- el tamaño de la sección y del espaciamiento del refuerzo.

Por tal motivo, sería considerado como deseable el uso -- del agregado con un tamaño tan grande como sea posible. Sin embargo, el mejoramiento de las propiedades del concreto como

resultado del incremento del tamaño no continúa después de los 40 mm. aproximadamente. De modo que el uso de tamaños mayores pueda no traer ventajas.

La elección del tamaño máximo del agregado puede también estar regido por la disponibilidad del material y por su costo.

Generalmente, las mezclas de prueba se realizan comparativamente con otras, con mayor o menor consumo de cemento, quedando fijas el revenimiento y la resistencia esperada.

### 3.2.- DESARROLLO DEL METODO DE DISEÑO.

El procedimiento que se propone seguir, cuando se trate de obtener un concreto para determinada resistencia, es efectuar varias mezclas de prueba, cada una de ellas con un contenido de cemento fijo y realizar adiciones de agua y cemento hasta obtener el revenimiento buscado; pero estas adiciones deberán ser de tal manera que el contenido de cemento por metro cúbico de concreto no varíe.

Para mantener el consumo de cemento por metro cúbico de concreto, al hacer las adiciones de cemento y agua para dar el revenimiento buscado, las adiciones de agua bajan el consumo de cemento y las adiciones de cemento lo aumentan; por lo tanto, será necesario que las cantidades de agua y cemento adicionadas sean de tales magnitudes que lo que baje el consumo de cemento por la adición de agua, suba en la misma cantidad por la adición de cemento.

La proporción inicial de la mezcla de prueba, se calcula partiendo de un consumo de cemento fijado considerando un kilogramo de cemento por metro cúbico de concreto por cada kilogramo por centímetro cuadrado de resistencia que se desee obtener, con lo cual se obtendrá un concreto de muy poco revenimiento al cual será necesario hacerle adiciones de agua y cemento para dar el revenimiento deseado de 5 cm. en adelante.

Si el concreto que se trata de diseñar es de alto revenimiento, del orden de 15 a 20 cm. se podrá aumentar el consumo de cemento fijado 20, 30, ó 50 kilogramos por metro cúbico de concreto.

La relación agua-cemento inicial se puede estimar de la curva de Abrahms, la cual es una gráfica que relaciona, agua-cemento contra resistencia o en tablas preparadas expresamente y que son editadas en publicaciones especializadas en estos temas.

En este método que se expone, es importante señalar que se deben suponer los siguientes conceptos: consumo de agua, relación grava-arena y porcentaje de arena.

Para el consumo de agua, se pueden consultar también publicaciones que contienen tablas en donde se anotan cantidades de agua por metro cúbico de concreto y que toman en cuenta el revenimiento del concreto y el tamaño máximo del agregado, así como la inclusión de aire o no.

Ya definidos los consumos de agua y cemento por metro cúbico de concreto, el paso siguiente es obtener la proporción inicial de la mezcla, utilizando la siguiente fórmula:

$$P_a = \frac{V_{ag} \times D_a \times D_g}{R_{g/a} \times D_a + D_g}$$

Donde :

$P_a$  = Peso arena S.S.S

$V_{ag}$  = Volumen total de agregados

$D_a$  = Peso específico relativo de la arena (S.S.S.)

$D_g$  = Peso específico relativo de la grava (S.S.S.)

$R_{g/a}$  = Relación grava-arena en peso.

Ya obtenido el peso de la arena por metro cúbico de concreto, con la relación grava-arena se obtiene el peso de grava por metro cúbico de concreto y así se llega a la proporción inicial por metro cúbico de concreto.

El siguiente paso es la obtención de la proporción base, que consiste en la proporción de los componentes de la mezcla en peso, en función del peso del cemento para un metro-cúbico de concreto.

Realizados los pasos anteriores, se define que cantidad de mezcla se elaborará y en función de ella se obtendrá el proporcionamiento de materiales en peso, para cada uno de los componentes del concreto.

Como se mencionó, el método consiste en mantener el consumo de cemento por metro cúbico y obtener un revenimien

to previamente establecido mediante adiciones de agua y cemento, de tal manera que no se altere el consumo de cemento por metro cúbico de concreto. Para obtener estas adiciones es necesario realizar algunos cálculos que se presentan en el proceso del diseño numérico de la mezcla de prueba.

### 3.3.- CALCULO DEL DISEÑO DE UNA MEZCLA DE PRUEBA DE CONCRETO.

Se presenta a continuación, el proceso de cálculo de la proporción inicial de la mezcla de prueba, a la cual se le harán correcciones por humedad y absorción de los agregados y con los pesos corregidos, se hará la dosificación, para posteriormente hacer las adiciones de agua y cemento, para dar el revenimiento buscado.

También se presenta un cuadro con el cálculo del agua correspondiente para una adición de 100 g. de cemento y otra más con 500 g. de cemento para comprobar que la adición de agua para 100 g. de cemento multiplicado por cinco da el mismo valor que el agua calculada para 500 g. de cemento.

Es necesario aclarar que es imprescindible realizar pruebas para cada caso en especial para el cemento y los agregados que se vayan a emplear, puesto que el concreto que se obtenga físicamente será el que marque la pauta si es el adecuado o no a nuestros requerimientos.

DATOS:

$f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  CONSUMOS: ADITIVOS: NOTAS:  
 $w/c = 0.515$  CEMENTO = 330 kg/m<sup>3</sup> NO BOMBEEABLE  
 $w/a = 1.33$  AGUA 170 Kg/m  
 $w = 42$  %  
 TIPO DE CEM.: I, NORMAL ARENA 2.42 GRAVA 2.70  
 TAMAÑO MÁXIMO 20 mm. REVENIMIENTO 8-10 cm

TABLA DE CÁLCULO

CEMENTO	330 x 0.15 =	105	VOL. CEM. =	105	lit.
AGUA	330 x 0.515 =	170	VOL. AGUA =	170	"
AIRE	0.00 x 0.01 =	10	VOL. AIRE =	10	"
		285	VOL. ARENA =	330	"
			VOL. GRAVA =	395	"
$P_r = 15.254 \times 2.42 \times 2.70$		773 Kg.			
$P_c = 1.39 \times 773$		1067 Kg.			
PROPORCIÓN BASE	1 : 2.34 : 3.23 : 0.515				

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION

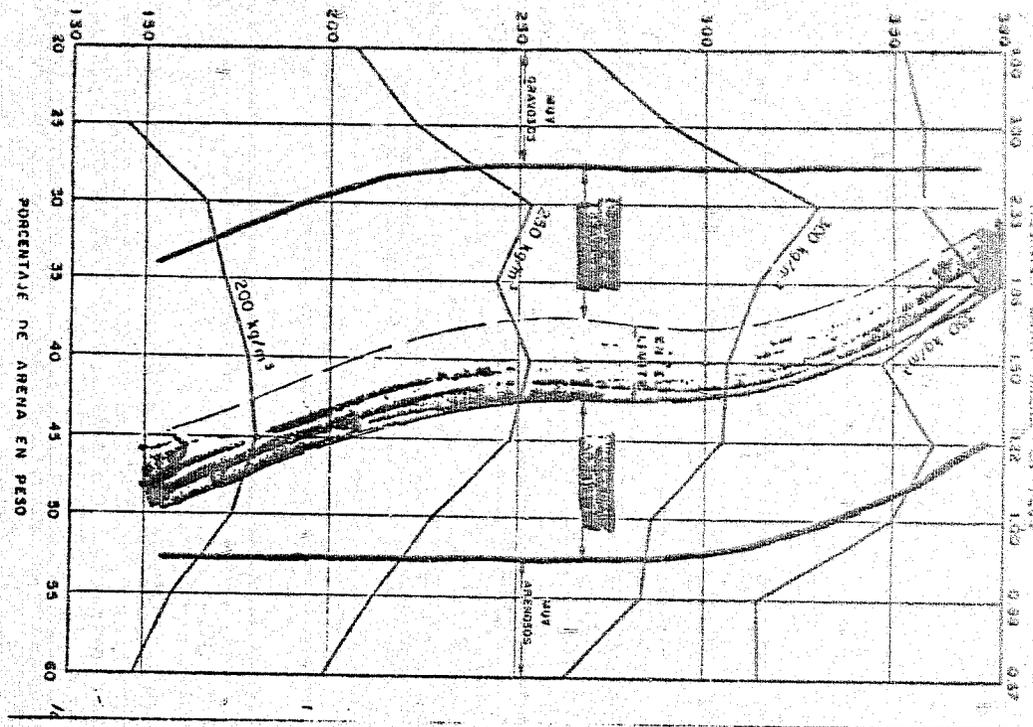
PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	14.104					14.104	17.744
2.342	33.031	4.91	1.622	2.12	0.700	33.953	37.753
3.231	45.600	0.00	0.000	1.42	0.647	44.953	51.353
0.515	7.263		1.622		1.347	6.988	6.988
7.090	100.00						

MEDICIONES:

CEM + = 1.150 Kg.	ASPECTO	GRAVUDO.	CE	AGUA			
AGUA + = 5.082 lt.	CONESION	POCA	50	0.134	+		
REVENIMIENTO		12.5 cm.	100	0.268	+		
CEM <sub>t</sub> = 14.104 + 1.15	FLUIDEZ		200	0.536	+		
CEM <sub>t</sub> = 15.254 Kg.	a/ce	0.678	300	0.804			
CEMENTO AGUA %			400	1.072	++		
AGUA <sub>t</sub> = 7.263 + 3.082			500	1.340			
AGUA <sub>t</sub> = 10.345 lt.			1000	2.680			

GRÁFICOS QUE MUESTRAN LA INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE ARENA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION

RESISTENCIAS A LA COMPRESION EN  $kg/cm^2$



CUADRO PARA EL CALCULO DE LAS ADICIONES DE AGUA DE ACUERDO CON EL CEMENTO ADICIONADO SIN QUE VARIÉ EL CONSUMO DE CEMENTO INICIAL.

1o.- Sin ninguna adición.

	Pesos S.S.S	Proporción	Peso Esp.	Rel. Volumen	
Ce	14.104	1.000000	3.15	0.317460	
Ar	33.031	2.341960	2.42	0.967752	
Gr	45.600	3.233125	2.70	1.197453	990
Ag	7.263	0.514960	1.00	0.514960	2.997625
				<u>2.997625</u>	330.2
					Kg/m <sup>3</sup>

2o.- Con una adición de 100 g. de cemento.

Ce	14.204	1.000000	3.15	0.317460	
Ar	33.031	2.325471	2.42	0.960938	
Gr	45.600	3.210363	2.70	1.189023	** 2.467421
Ag	7.531	0.530204	1.00	0.530204	
	<u>0.268</u>			<u>2.997625</u>	

3o.- Con una adición de 500 g. de cemento

Ce	14.604	1.000000	3.15	0.317460	
Ar	33.031	2.261778	2.42	0.934619	
Gr	45.600	3.122432	2.70	1.156456	**2.408535
Ag	8.603	0.58909	1.00	0.589090	
	<u>1.340</u>			<u>2.997625</u>	

Cálculo del error 268 X 5 = 1340

1340-1340 = 0 ml

Adiciones	Cem. g.	Ag. cc.	Cem. g.	Ag. cc.
	100	268	400	1072
	200	536	500	1340
	300	804	1000	2680

# MEZCLAS DE CONCRETO

		Tamaño máximo de grava														
f'c	o/c	3/4"				1-1/2"				5"						
		cem	gr	gr	ag	cem	gr	gr	ag	cem	gr	gr	ag			
													1 1/2" / 2 1/2"			
160	.62	rel	1	2.35	2.83	.96	1	2.10	2.33	.96	1	1.98	2.95	1.32	.96	
		vol														
		m³	325	.503	.606	210	314	.435	.690	200	284	.371	.552	.247	182	
		Kg	m³	m³	Kg	Kg	m³	m³	Kg	Kg	m³	m³	m³	Kg		
210	.56	rel	1	2.07	2.50	.85	1	1.67	2.94	0.85	1	1.75	2.60	1.15	0.85	
		vol														
		m³	363	.497	.600	200	351	.431	.681	196	318	.368	.546	.244	178	
		Kg	m³	m³	Kg	Kg	m³	m³	Kg	Kg	m³	m³	m³	Kg		
280	.46	rel	1	1.86	2.21	0.70	1	1.55	2.62	0.70	1	1.57	2.38	1.04	0.70	
		vol														
		m³	409	.502	.596	190	395	.430	.583	182	354	.366	.505	.243	184	
		Kg	m³	m³	Kg	Kg	m³	m³	Kg	Kg	m³	m³	m³	Kg		

**REQUISITOS APROXIMADOS DE AGUA DE LA MEZCLA Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES REVENIMIENTOS Y TAMAÑOS MÁXIMOS DE AGREGADOS**

Agua en kilogramos por metro cúbico de concreto para los tamaños máximos de agregados indicados

Revenimiento cm	10mm	13mm	20mm	25mm	40mm	50mm	75mm
<b>CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO</b>							
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170
Contenido de aire por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.5
<b>CONCRETO CON AIRE INCLUIDO</b>							
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135
8 a 10	200	190	180	175	160	155	150
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160
Contenido de aire por ciento	6	7	6	5	4.5	4	3.5

Estas cantidades de agua de la mezcla deben usarse en el cálculo de factores de cemento para revolturas de prueba. Son las máximas para concreto con agregado grueso angular de buena forma, graduado dentro de los límites aceptados por las especificaciones.

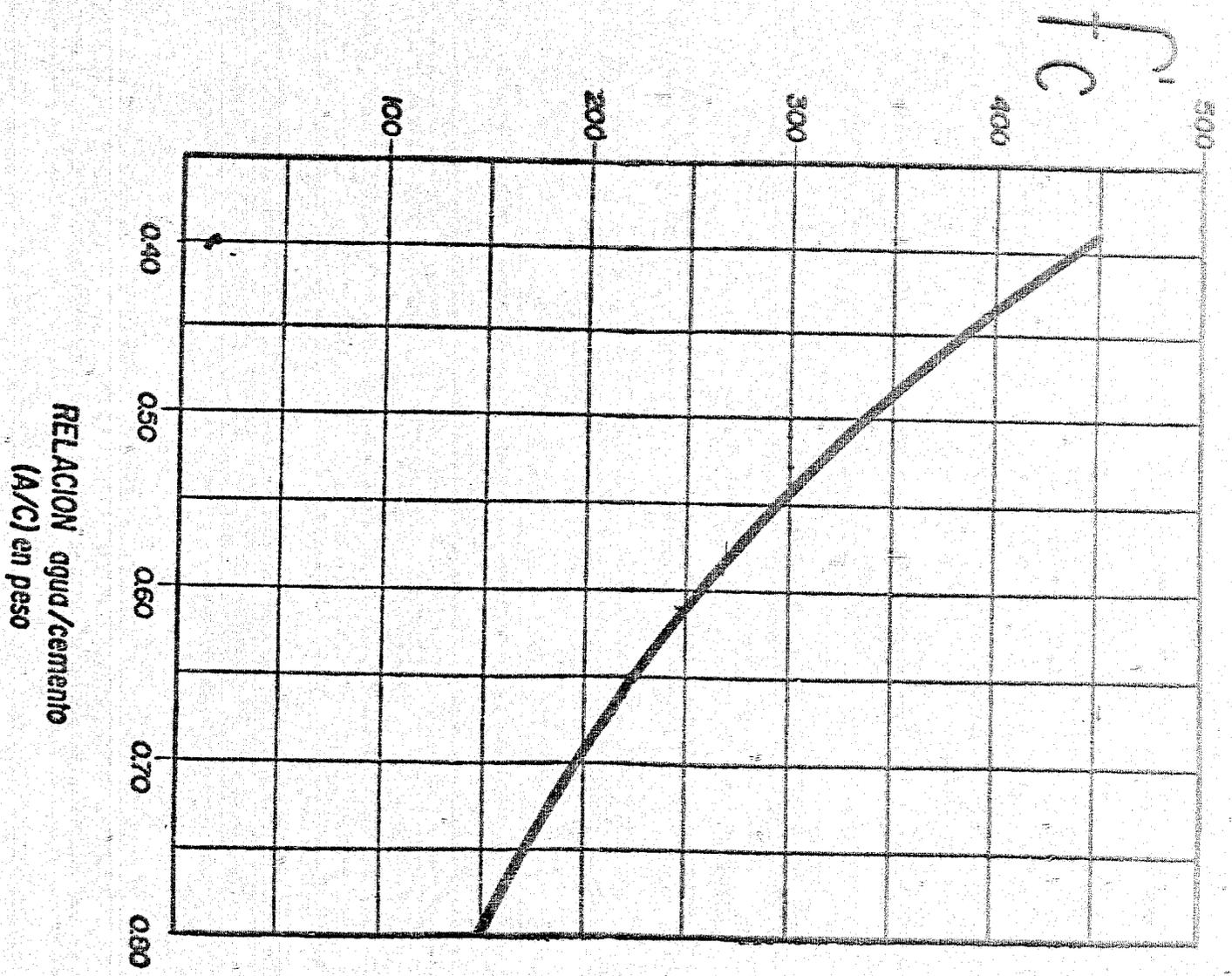
El módulo de finura de la arena es igual a la suma de los porcentajes (normalizados) retenidos en tambores con aberturas cuadradas de menor tamaño que el tamaño nominal.

**VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO**

Volumen de agregado grueso, seco y compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura # de la arena

Módulo de finura de agregado, mm	240	260	280	300
10	0.50	0.48	0.46	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Los volúmenes están basados en agregados en condición "secos y compactados con varilla" como se describe en ASTM C 29, "Peso Unitario de Agregados". Esos volúmenes se han seleccionado de relaciones empíricas que producen concretos con grados de manejabilidad convenientes para la construcción reforzada usual. Para concretos menos manejables, tal como se requieren en la construcción de pavimentos de concreto, estos valores se pueden incrementar un 10%, por concretos más manejables, como los que se requieren cuando la colocación se realiza con barranta, deberán reducirse un 10%.



3.4. - ELABORACION FISICA DEL DISEÑO DE MEZCLA DE PRUEBA DE CONCRETO.

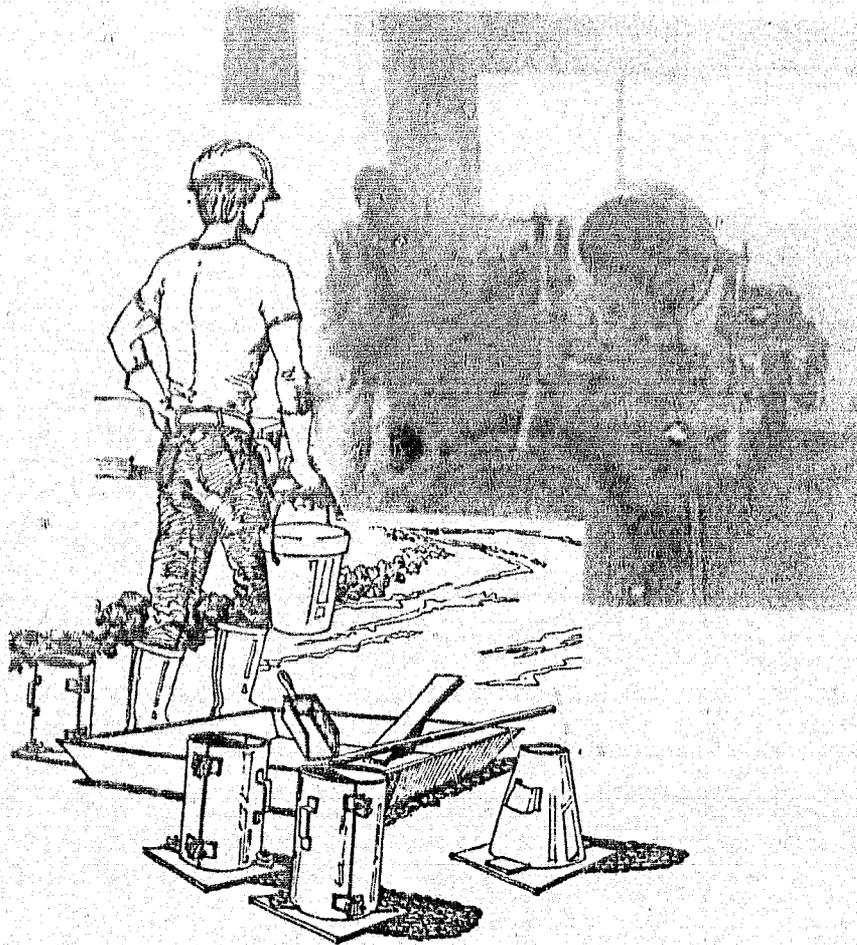
Equipo.

- Olla revolvedora de concreto estacionaria con capacidad de medio saco.
- Báscula con capacidad de 120 Kg..
- Probetas graduadas
- Charolas y recipientes, que permitan la medición de los componentes.
- Equipo de revenimiento, para elaborar especímenes de concreto y para peso volumétrico del concreto

Procedimiento.

- 1) Tomar material del almacén de agregados suficiente para la prueba e impedir la pérdida de humedad de los mismos (grava y arena )
- 2) Tener todo el equipo listo.
- 3) Medir y/o pesar los componentes del concreto.
- 4) Cebear la olla mezcladora inmediatamente antes de iniciar el mezclado de la revoltura de prueba. El mortero que se adhiere a la olla descargada evita la pérdida en la revoltura de prueba ( 10 % del peso de los materiales de la mezcla de prueba.
- 5) Mezclado. Antes de iniciar la operación de la olla, se añaden los agregados ( grava y arena) y una porción del agua de mezclado, se deja girar la revolvedora unas revoluciones y se detiene, para posteriormente agregar el cemento y la parte de agua faltante. Se mezcla el concreto durante 3 minutos, después de haber cargado todos los ingredientes, seguido de una pausa de 3 minutos, se termina con otro período de mezclado de 2 minutos. Se cubre la boca de la revolvedora con un trapo húmedo durante la pausa para evitar la evaporación de agua.

- 6) Obtención del revenimiento.
- 7) Obtención del rendimiento del concreto.
- 8) Elaboración y curado de especímenes cilíndricos de concreto.
- 9) Cubecio de especímenes cilíndricos de concreto.
- 10) Ensaye a compresión de especímenes cilíndricos de concreto.



PRUEBAS TÉCNICAS EN LA ELABORACION: IN SITU Y POSTERIOR

#### 4.1.- Introducción

Para que las construcciones resulten satisfactorias, se requiere el uso de concreto que posea propiedades específicas.

Para tener la certeza de que se han obtenido estas propiedades, las pruebas constituyen una parte importante del proceso de construcción.

El proceso de control de concreto fresco puede dividirse en dos etapas; la primera consiste en los trabajos de verificación previos o durante la elaboración del concreto; la segunda etapa la componen los ensayos o determinaciones al concreto ya elaborado.

La primera etapa consiste esencialmente de los siguientes pasos.

- a) Verificación del funcionamiento y precisión de los equipos de dosificación y mezclado.
- b) Tolerancias en la medida de los materiales.

En la segunda etapa se realizan pruebas al concreto fresco para conocer las características del concreto ya fabricado, mencionando que éstas pueden ser realizadas tanto en obra, para comprobar la calidad del producto, como en la planta productora para controlar la calidad de la producción.

Así mismo, se desarrollan algunas pruebas que se hacen al concreto endurecido, cuando se tiene duda acerca de la resistencia del concreto colocado en algún elemento estructural.

#### 4.2.- Muestreo del concreto fresco.

Este procedimiento es probablemente el más importante dentro de todo el proceso de prueba del concreto, ya que si la muestra no es representativa y confiable, todos los pasos que siguen al muestreo se verán seriamente afectados.

De lo anterior se sigue que los muestreadores tienen la responsabilidad de tomar **MUESTRAS DEL CONCRETO QUE SEAN REPRESENTATIVAS**, ya que con ella se hará la prueba de revenimiento o cualquiera otra determinación requerida, además de fabricar correctamente los cilindros o vigas que serán ensayados después de ser curados, para conocer el estado del desarrollo de la resistencia del concreto y calificar su calidad a una edad especificada.

El trabajo de los muestreadores empleados por una compañía premezcladora, puede hacerse en la planta o en la obra y su objetivo es controlar la calidad de la producción y por tanto, si su trabajo no se hace correctamente, pasará a afectar la economía de la compañía.

Por otro lado, si el muestreador es empleado de un laboratorio de verificación de la calidad, su responsabilidad es tomar debidamente la muestra de concreto ya que de los resultados del ensayo de los cilindros o vigas que elaboró dependerá el que se haga un juicio justo de la calidad del concreto que está comprando quién contrato al laboratorio.

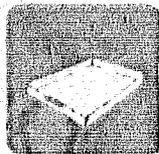
#### Equipo

Se debe asegurar de tener el siguiente equipo limpio y con las superficies que entran en contacto con el concreto fresco, húmedas.

- Carretilla o cubeta ( sin fugas )
- Charola ( sin fugas )
- Cucharón
- Cubeta



Carretilla de recipiente metálico, con capacidad para contener 30 litros, como mínimo, equipada con llanta neumática.



Charola metálica rectangular con capacidad para contener 25 litros aproximadamente.



Cucharón metálico de tipo rectangular, con capacidad de 15 litros aproximadamente.



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

Procedimiento.

La muestra se tomará, según sea el caso, del concreto fresco procedente de camiones - mezcladores o agitadores, de mezcladoras estacionarias, de pavimentadoras, o de camiones con cajas de volteo.

Muestreo  
Camiones agi-  
tadores.

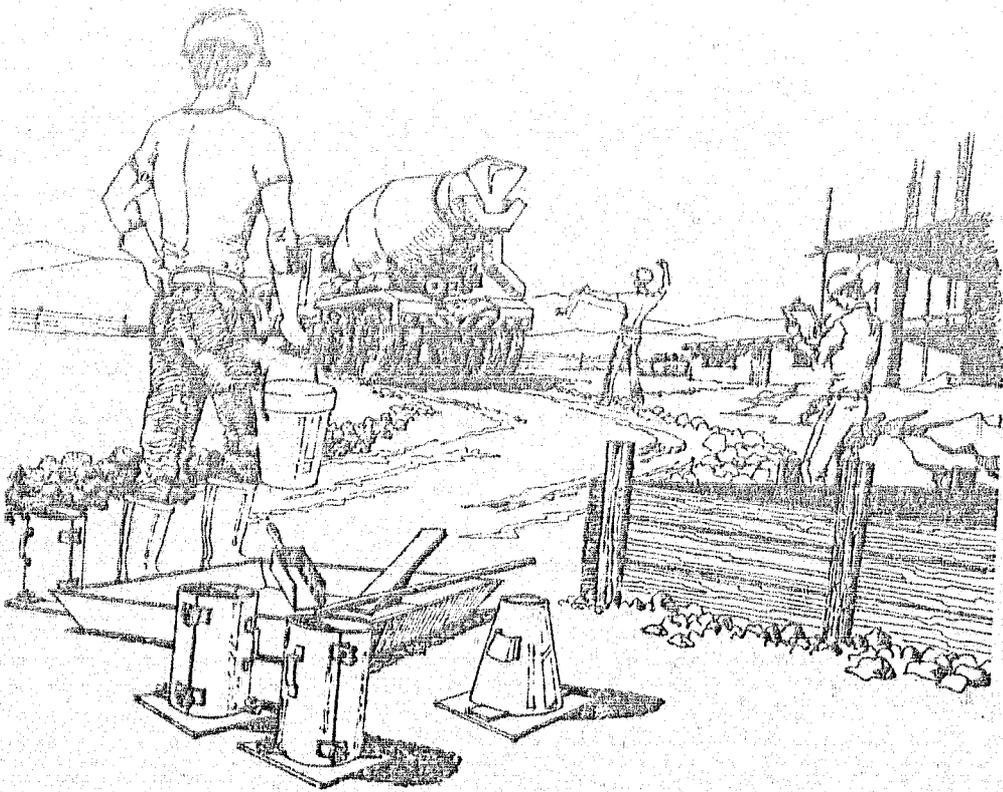
Se debe uniformizar el concreto, pidiendo al operador que gire el tambor de la unidad a velocidad de mezclado de uno a tres minutos.

Para tener confianza en los resultados, la muestra debe tomarse de cuando menos tres porciones diferentes de la carga, interceptando el flujo de la descarga de la mezcladora asegurándose de tomar la muestra en el tercio medio de la misma, aunque la norma indica que se realice después que se haya descargado cuando menos el 15 % de la carga y antes de que se descargue el 85 % de la misma.

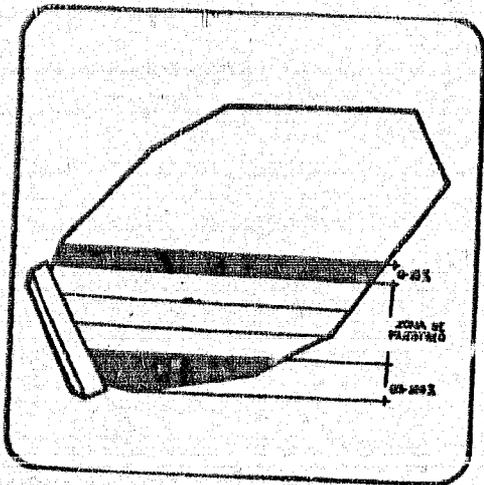
Se debe hacer 15 minutos máximo en tomar las porciones y completar la muestra.

Se puede obtener la muestra, pasando el recipiente ( carretilla o cubeta ) a través del chorro de descarga, o desviando completamente el chorro de descarga de manera que descargue completamente dentro del recipiente. La descarga no debe restringirse ya que esto provoca segregación.

Las porciones de muestra que se obtengan, se deben depositar en la charola o carretilla y cuando la muestra esté completa, se debe remezclar vigorosamente con el cucharón, hasta observar que la apariencia de



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



de la mezcla sea homogénea.

Muestreo  
Mezcladoras  
estacionarias.

Se procede de manera semejante a lo indicado para camiones, pero teniendo en cuenta que las muestras se obtienen tomando un mínimo de tres porciones durante el segundo tercio de la descarga aproximadamente.

Muestreo  
Pavimentadoras,  
o camiones con  
caja de volteo.

Se requiere que el contenido de la pavimentadora o camión de volteo, sea descargado, la muestra se integra tomando concreto con el cucharón de cuando menos 5 lugares diferentes del monton descargado. Al tomar las porciones debe evitarse que contengan material de la base donde se hizo la descarga. El tiempo que el concreto permanezca sobre la base, antes de tomar la muestra, no debe ser mayor de 5 minutos, sobre todo si la base es absorbente.

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

Notas.

Cuando se muestree concreto procedente de camiones mezcladores o agitadores, cuando estos lleguen a la obra se debe proceder como sigue.

Pedir al operador la nota de remisión para verificar si los datos de resistencia, edad a la que se garantiza, tamaño máximo

del agregado, revenimiento, aditivo, etc. corresponde a lo solicitado.

En caso de no ser así, avisar a quién corresponda para tomar las medidas necesarias.

Es importante saber, que el tiempo máximo es de 15 minutos para tener la muestra lista (remezclada) y usarla (moldear - especificadas).

#### 4.3.- Determinación del revenimiento.

Esta determinación es de gran importancia ya que con ella se decide si el concreto que llega a la obra puede ser colocado; una incorrecta determinación puede provocar el rechazo de una carga completa de concreto.

Esta prueba se hace en la planta de concreto y en el lugar donde se ubica la construcción.

Se puede considerar al valor del revenimiento como indicativo de la uniformidad en la relación agua-cemento determinada, de esta forma, como esta determinación permite detectar variaciones en la primer relación mencionada, es posible utilizarla como criterio para la aceptación o rechazo del producto, debido a las variaciones que podría ocasionar en la resistencia, además de los efectos que puede ocasionar en los procesos de transporte, colocación, compactación y acabado del concreto en la estructura.

De esta manera, el revenimiento se define como la medida de consistencia del concreto fresco en términos de la disminución de altura, en un tiempo determinado de un cono truncado de dimensiones específicas.

#### Equipo

Se requiere el siguiente equipo, limpio.

- Cono
- Cucharón

- Varilla para compactar
- Charola o carretilla
- Cinta métrica
- Placa metálica

#### Procedimiento

Cuando ya este uniformizada la muestra, seleccionar una superficie plana horizontal, lisa y firme, donde se coloque la placa metálica.

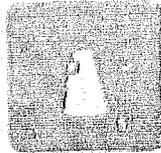
Humedecer la placa y el interior del cono, a continuación fijar el cono sobre la placa humedecida, colocar los pies sobre los estribos para evitar que se mueva el cono (manteniendo esta posición durante toda la operación del llenado del cono y compactado del concreto).

El cono se debe llenar en tres capas, cada una debe ser aproximadamente un tercio del volumen total del cono y hacer la compactación, como se indica:

La primera capa deberá ser de una altura de cerca de 7 cm., se compacta todo su espesor con 25 penetraciones de la varilla, inclinándola ligeramente para compactar las orillas siguiendo una espiral hacia el centro.

La segunda capa, con la que se debe alcanzar una altura aproximada de 15 cm., se compacta también con 25 penetraciones de la varilla, de la misma forma que la anterior, pero procurando que en cada golpe, la varilla penetre aproximadamente 2 cm. en la primer capa.

Con la tercera capa se debe llenar el cono y rebasarlo ligeramente, se compacta -



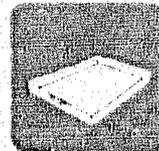
Cono para determinar reventamiento que tenga forma de un tronco de cono, de 20 centímetros de diámetro en la base inferior, 10 centímetros en la base superior y 30 centímetros de altura, provisto de dos estribos para apoyar los pies y dos asas para levantarlo.



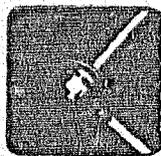
Carretilla de recipiente metálico, con capacidad para contener 30 litros, como mínimo, equipada con llanta neumática.



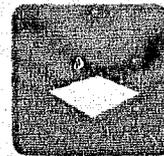
Cucharón metálico de tipo rectangular, con capacidad de 1.5 litros aproximadamente.



Charola metálica rectangular con capacidad para contener 25 litros aproximadamente.



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



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

también con 25 penetraciones de la varilla, en cada golpe la varilla debe penetrar 2 cm. aproximadamente.

En caso que durante la compactación de ésta tercera capa, el concreto quede por debajo del borde superior del cono, se puede agregar un poco de concreto y continuar compactando hasta completar el número de golpes especificados, de preferencia agregándolo después de los primeros 10 golpes y en el caso de ser necesario después del golpe número 20.

Utilizando la varilla de compactación, en rasar el concreto apoyándose en el borde superior del cono. Una vez enrasado, limpiar el exceso de concreto que haya a su alrededor.

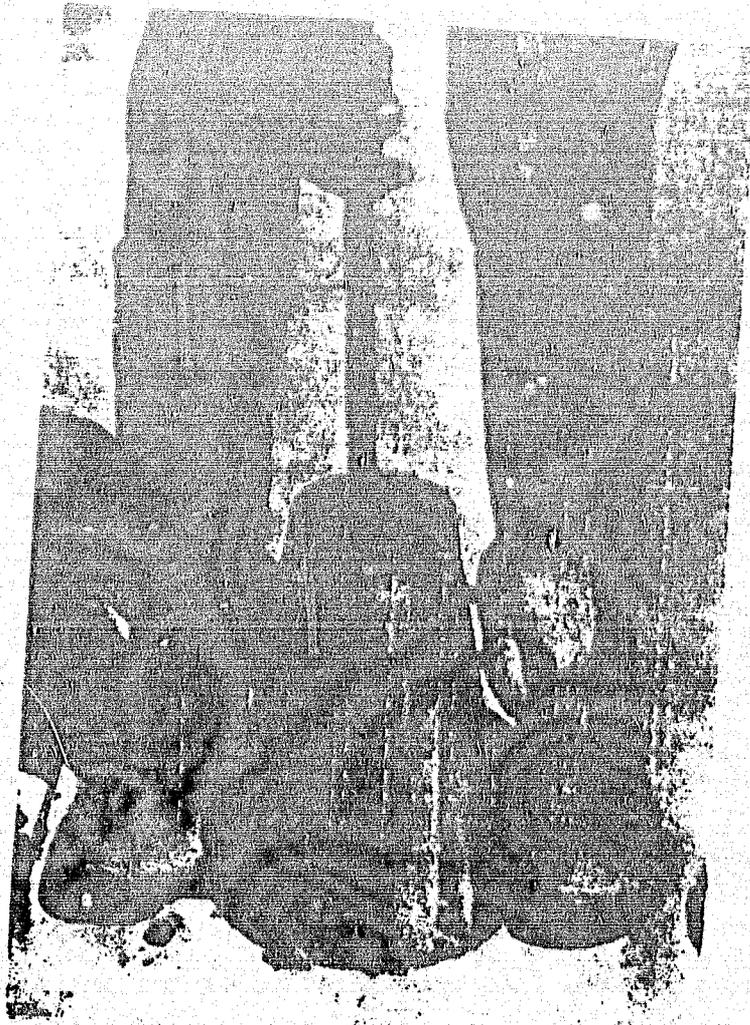
Se procede a levantar el cono de manera suave y continua (para permitir que el concreto al liberarse del molde se asiente de manera normal) alzándolo verticalmente y evitando giros o inclinaciones de éste que podrían arrastrar el concreto. Se debe levantar el cono completamente en un tiempo de  $5 \pm 2$  segundos.

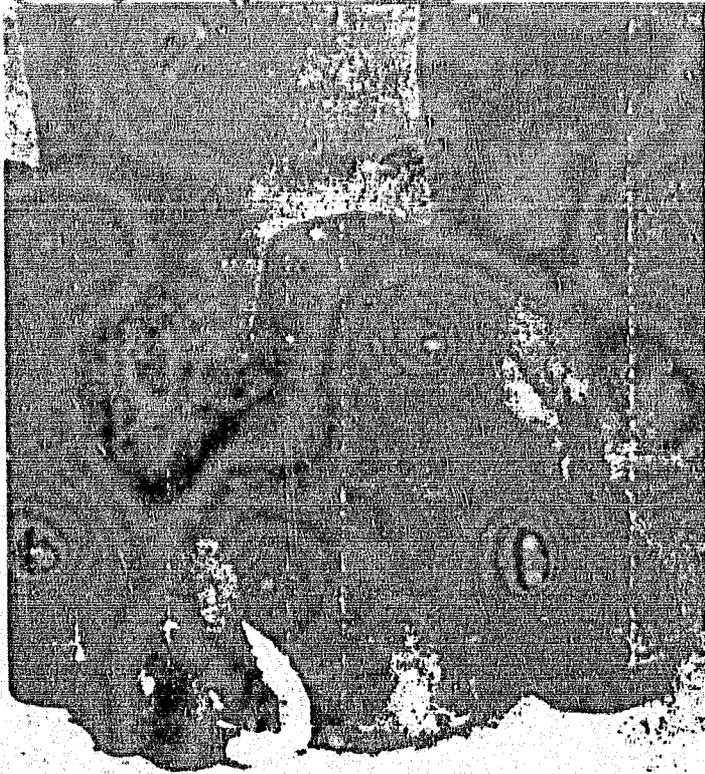
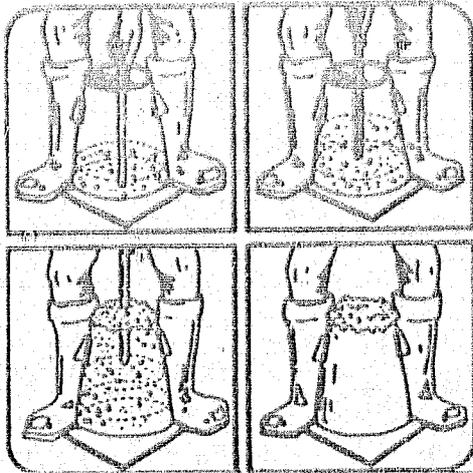
Se debe tener en mente, que el tiempo para llenar el cono y levantarlo, es de 2.5 minutos como máximo.

Inmediatamente después de levantar el cono, se debe colocar de cabeza junto al concreto asentado, colocando la varilla acostada y horizontal sobre el borde del cono y en dirección del centro de la base superior en el concreto asentado. Medir verticalmente con la cinta métrica, la diferencia que exista entre



Fig. 2. El cono de revestimiento se monta sobre una superficie dura y uniforme y se mantiene mediante los apoyos para los p...





la altura del cono de metal y la parte central de la superficie del concreto asentado. Esta medida es el revenimiento y se debe reportar con aproximación de un cm.

Si al hacer la medición del revenimiento, ésta no cumple con las tolerancias especificadas, se deberá hacer una segunda prueba inmediatamente, con otra porción de la misma muestra o de otra muestra que se tome de la misma entrega, si tampoco se obtiene el valor del revenimiento estipulado, se debe considerar que el concreto no ha cumplido con este requisito.

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

Puede suceder que al levantar el cono de revenimiento, caiga o se desgaje parte del concreto hacia un lado. Cuando suceda esto, no se debe considerar la prueba como buena y se efectuará una segunda prueba, con otra porción de la misma muestra.

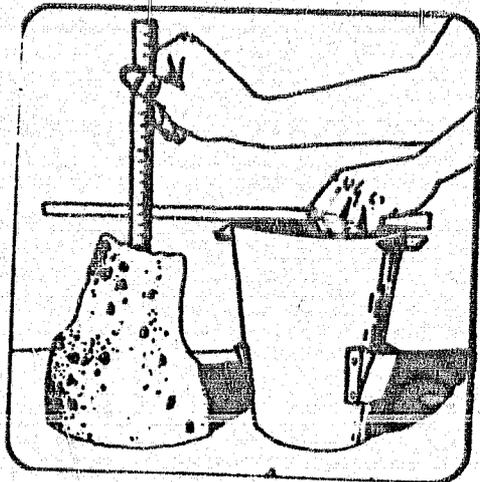
Para los casos en que lo anterior ocurra, se medirá el revenimiento y se reportará con la observación de "Desgajado" o "Caído" al responsable de la obra.

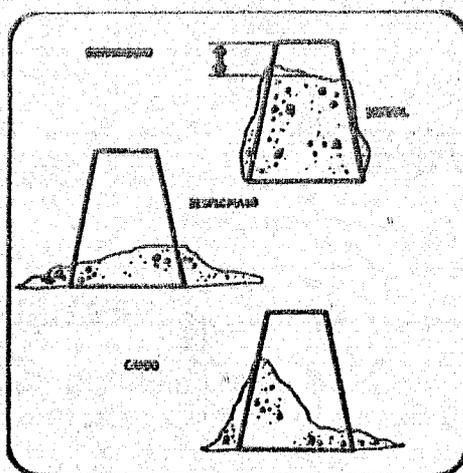
Se recomienda que antes de descargar el concreto, se haga girar el tambor de la unidad a la velocidad de mezclado durante dos minutos.

Se solicita después de esto, que descargue 1/4 de metro cúbico, al final del cual se toma una porción de muestra para hacer una DETERMINACION PRELIMINAR DEL -



El como debe levantarse con cuidado y verti almente





#### REVENIMIENTO.

Si el valor en esta prueba es muy aproximado al estipulado y se considera que el concreto puede cumplir con el revenimiento especificado, podrá continuar la descarga y se tomará la muestra en tres porciones, procediendo a hacer las determinaciones y especificaciones programados.

#### 4.4.- Peso volumétrico del concreto

Esta determinación sirve de base para calcular el volumen de concreto entregado en la obra o para identificar la clase del concreto.

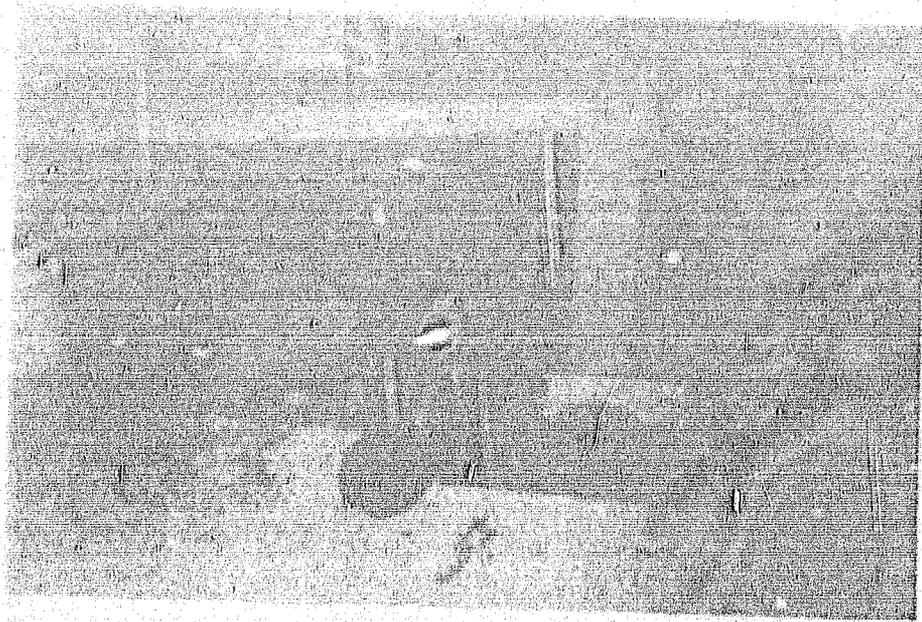
El peso volumétrico del concreto es la cantidad de concreto en kg., contenida por unidad de volumen, en  $m^3$ .

#### Equipo

- Báscula
- Varilla
- Recipiente cilíndrico de metal, hermético y suficientemente rígido para conservar su forma y volumen, con capacidad de 11 a 15 litros.
- Placa enrasadora. Consistente en una placa metálica plana, cuadrada o rectangular, rígida, de 6 mm. de espesor -- aproximadamente con un ancho y longitud de cuando menos 50 mm. mayor que el diámetro del recipiente
- Mazo de hule

#### Procedimiento

- a.- La unidad de medición, debe estar calibrada en cuanto a su volumen ( en lts ) y debe estar indicado en la superficie del re-



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



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

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



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

recipiente.

- b.- Se determina el peso de la cubeta vacía y limpia ( tara ) en kg. con precisión de 0.1 kg.
- c.- Una vez uniformizada la muestra se procede a llenar el recipiente en 3 capas de aproximadamente de igual altura. Al vaciar cada capa con porciones del concreto con el cucharón se debe girar éste sobre el borde del recipiente a medida que se vaya descargando el concreto, para asegurar su correcta distribución y reducir al máximo la segregación del agregado grueso dentro del recipiente y al finalizar se debe distribuir con la varilla antes de proceder a la compactación.
- d.- Se debe varillar el concreto que tenga revenimiento mayor de 7 cm. ; los concretos con revenimiento entre 5 y 7 cm. se puede varillar o vibrar y los concretos con revenimiento menor de 5 cm. se debe vibrar.
- e.- Se coloca el concreto en tres capas aproximadamente de igual volumen. Cada capa se compacta con 25 penetraciones de la varilla si el volumen es de 28 litros. La varilla debe penetrar en la capa inferior en todo su espesor, pero sin golpear al fondo del recipiente. Se distribuyen las penetraciones de la varilla uniformemente sobre la superficie del concreto. Para las dos capas superiores, la varilla debe penetrar aproximadamente 20 mm. en la capa inmediata inferior. Después de compactar cada capa se deben dar gol

pas ligeros a los lados del recipiente, 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.

f.- El enrasado se realiza de la siguiente manera.

\* Se coloca la placa sobre el recipiente -- cubriendo aproximadamente dos terceras partes de su superficie.

\* Se presiona la placa sobre el recipiente y se retira con un movimiento de sierra sobre la misma superficie cubierta.

\* Se coloca nuevamente la placa enrasadora sobre la superficie ya enrasada y avanza en sentido contrario con movimiento de sierra presionando hasta enrasar el total de la superficie.

\* Se termina puliendo la superficie con varias pasadas de la placa enrasadora, inclinada y moviendola como sierra.

g.- Después de enrasar, se limpia todo el exceso de concreto adherido en el exterior del recipiente y se determina el peso neto del concreto con una precisión de  $\pm 0.3\%$

Cálculos

Determinación del peso volumétrico, en  $kg/m^3$

- Datos. Tara de la cubeta (kg) = A
- Volúmen de la cubeta ( $m^3$ ) = B
- Peso de la cubeta con concreto (kg) = C
- Peso neto = P.N. = C - A (kg.)
- Peso volumetrico P.V. =  $\frac{P.N.}{B}$  ( $kg/m^3$ )

#### 4.5. Determinación del rendimiento

El rendimiento del concreto fresco es la relación del peso volumétrico real, contra el peso volumétrico teórico.

Con esta determinación es posible conocer la eficiencia de dosificación y los volúmenes que son entregados en obra.

##### Cálculo

##### Datos.

Peso volumétrico determinado en la prueba anterior.

Peso total de todos los materiales del proporcionamiento base (teórico) por metro cúbico de concreto = P.T. ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

P.T. = Peso cemento + Peso de agregados + Peso del agua + Peso de aditivo.

Peso total de todos los materiales dosificados (Real) por metro cúbico de concreto = P.R. ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$$\text{Rendimiento teórico, R.T.} = \frac{\text{P.V.}}{\text{P.T.}}$$

$$\text{Rendimiento real, R.R.} = \frac{\text{P.V.}}{\text{P.R.}}$$

$$\text{Rendimiento relativo teórico} = \frac{\text{R.T.}}{1000}$$

$$\text{Rendimiento relativo real} = \frac{\text{R.R.}}{1000}$$

Si el rendimiento relativo es mayor que la unidad, quiere decir que se está dosificando mayor cantidad de concreto por volumen, si es menor que la unidad quiere decir que se está dosificando menor cantidad de concreto por volumen.

#### 4.6.- Elaboración y curado de especímenes de concreto.

La elaboración de los cilindros de concreto para prueba se pueden considerar como la parte más importante dentro de las pruebas para el control de la calidad del concreto, puesto que estos van a ser útiles para determinar la resistencia a la compresión simple a determinada edad, de esta manera se podrá juzgar en forma adecuada la calidad del concreto.

También esta prueba sirve para controlar la proporción base y modificar los consumos de los materiales, principalmente el del cemento.

##### Equipo

- Cuarto o pileta de curado
- Moldes cilíndricos para especímenes de concreto (los necesarios para los especímenes que se deban moldear, sellados para evitar fugas y aceitados ligeramente con aceite muy delgado en las superficies interiores)
- Cucharón (que tenga su mango)
- Varilla para compactación o vibrador (depende del valor del revenimiento del concreto)
- Carretilla con llanta de hule
- Regla metálica para enrasar
- Lienzos de plástico, costales de yute, etc..

##### Procedimiento

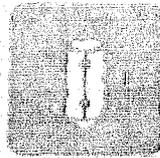
Los especímenes serán moldeados rápidamente sobre una superficie rígida horizontal, libre de vibraciones y bajo techo, debiendo permanecer en este lugar durante las primeras 24 horas.

Es necesario remezclar la muestra de concreto de la carretilla con una pala o cucharón para prevenir la segregación. El concreto se coloca en los moldes con un cucharón.

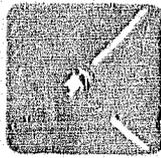
El molde se llena en 3 capas, cada una de -- aproximadamente un tercio del volumen total del



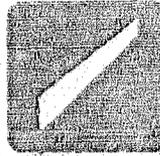
Carretilla de recipiente metálico, con capacidad para contener 30 litros, como mínimo, equipada con llanta neumática.



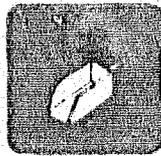
Módulo metálico para cilindros, de 25 centímetros de diámetro interior y 20 centímetros de altura.



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



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



Cuchara metálica de tipo rectangular, con capacidad de 1.5 litros aproximadamente.

molde.

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

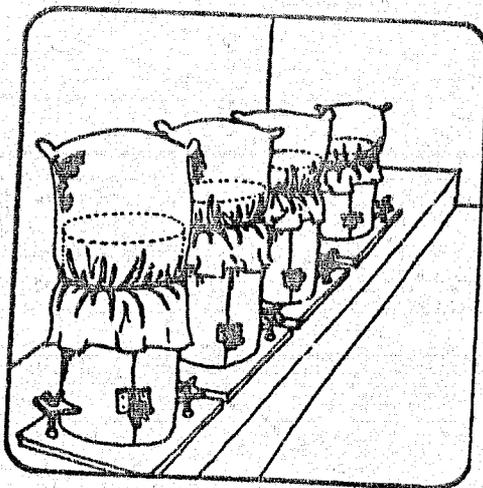
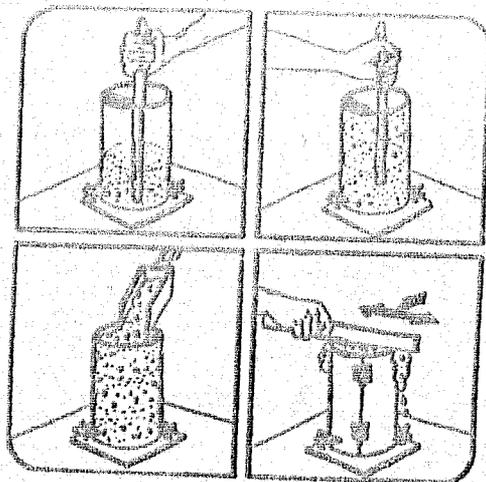
Se continúa con la distribución del concreto en el molde con la varilla y se procede a compactar.

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

Si quedan oquedades superficiales, golpear ligeramente con la varilla varias veces, de abajo hacia arriba sobre el cuerpo del molde, para que cierre los vacíos que se hayan quedado al compactar.

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

Después de que se haya compactado la -- segunda capa, si hay oquedades, se repite el golpe lateral, en la misma forma que se -- hizo en la primer capa, con la tercera capa, se debe llenar totalmente el molde y -- agregar una cantidad extra suficiente, para -- que después de hacer la compactación, tam-



bién con 25 golpes de la varilla que deben penetrar 2 cm. en la segunda capa, el molde queda totalmente lleno con un ligero excedente.

Si hay equedades, se repite el golpe lateral como se hizo en las capas anteriores.

Después que se haya terminado de llenar el molde y compactado el concreto, se elimina el exceso de concreto, pasando la regla metálica para enrasar con movimiento de vaivén sobre el borde superior del molde, el menor número de veces que sea posible, para obtener una superficie plana y uniforme, que este a nivel con el borde del molde y que no tenga depresiones o promontorios de más de 3 mm..

Es importante evitar hacer pasadas en exceso que hagan sangrar el concreto.

Para evitar la evaporación del agua de los cilindros, recién elaborados, se deben cubrir inmediatamente después de la identificación, con una tapa de material no absorbente ni reactivo, o con una tela de plástico (polietileno) resistente, durable e impermeable, debidamente sujeta con una liga.

Durante las primeras 24 horas posteriores del moldeado, durante el descimbrado y hasta su transporte al lugar donde serán curados hasta la edad especificada, los especímenes se almacenarán bajo condiciones que mantengan la temperatura del ambiente entre 16 y 27 grados centígrados y con la protección necesaria para evitar la pérdida de humedad en ellos.

Con este propósito es necesario que los especímenes sean mantenidos bajo techo, pudiendo ser almacenados en este período en cajas herméticas de madera, pozos con arena húmeda, o dentro de bolsas de plástico impermeables perfectamente cerradas.

Cuando los especímenes elaborados son cilíndricos, el tiempo que deben permanecer dentro de sus moldes no debe ser mayor de 20 horas ni mayor de 48, en este lapso deben desmoldarse y transportarse inmediatamente, para continuar su curado.

El tratamiento de curado húmedo de los especímenes descimbrados significa que los especímenes de prueba tienen agua libre sobre toda la superficie en todo momento.

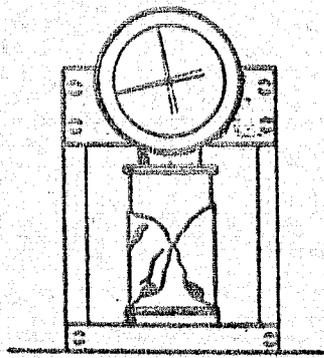
Esta condición se cumple por inmersión en una pileta saturada de cal disuelta en el agua a la temperatura de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  o con almacenamiento en un cuarto o gabinete húmedo, cuya humedad relativa sea del 95% y su temperatura de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Los especímenes no deben exponerse al goteo o corrientes de agua.

#### 4.7.- Resistencia a la compresión simple.

La resistencia del concreto endurecido se considera como su propiedad más importante, ya que muchas de las características deseables del concreto, se relacionan cualitativamente con su resistencia a la compresión, puesto que ésta ofrece una visión general de la calidad del concreto, porque se relaciona directamente con la estructura de la pasta de cemento endurecido.

Pero la razón principal consiste en la importancia intrínseca que tiene dicha resistencia en el comportamiento de las es --



PRUEBA A COMPRESION SIMPLE

estructuras de concreto, bajo la gama total de solicitaciones a que pueden quedar sujetas.

Comúnmente se usan especímenes de tres tipos: cilíndricos, cubos y prismas.

En nuestro medio se usan cilindros con una relación de esbeltez igual a dos. En estructuras de concreto reforzado el espécimen usual es el cilindro de 15 X 30 cm. De acuerdo con la N.O.M. - C-155-84 se acostumbra designar con  $f'_c$  a la resistencia a compresión especificada de un cilindro estándar a los 28 días o a la edad en que el concreto vaya a recibir su carga de servicio.

Durante el ensayo tiene especial importancia la aplicación de la velocidad de carga.

Para lograr una prueba a la compresión satisfactoria es necesario que las cabezas de la máquina de ensayo estén totalmente en contacto con las superficies del espécimen en ambos extremos.

Este proceso se logra con la operación llamado "cabecado" y que consiste en aplicar un material generalmente azufre o pasta de cemento, a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo.

Algunos factores, que afectan directamente a los resultados obtenidos en especímenes de ensayo son:

- Efecto de las condiciones de curado.
- Efecto de la esbeltez
- Efecto de la velocidad de carga
- Efecto de la velocidad de deformación
- Efecto de las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba.
- Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia
- Efecto del tamaño del molde y tamaño del agregado
- Efecto de la edad.

#### 4.8.- Prueba con el martillo de impacto.

Esta prueba determina la dureza de la superficie del concreto.

Esta prueba tiene carácter comparativo y no es válido tomar el número de rebote y convertirlo directamente a un valor de la resistencia a la compresión, sin embargo, este ensayo es útil como medida de la uniformidad del concreto y su gran valor radica en poder 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.

También su utilidad radica en probar con el martillo de rebote, durante la construcción de una estructura de concreto, si el número de rebote alcanza un valor que se conoce como correspondiente a la resistencia deseada.

#### Equipo

##### - Martillo de rebote.

Consiste de una barra de acero (émbolo), la cual recibe el impacto de una pieza de acero impulsada por un resorte.

Este impacto se transmite a la superficie del concreto y debido a la resistencia de éste, la pieza rebota y su desplazamiento máximo es registrado en una escala lineal fija al cuerpo del instrumento.

##### - Piedra abrasiva.

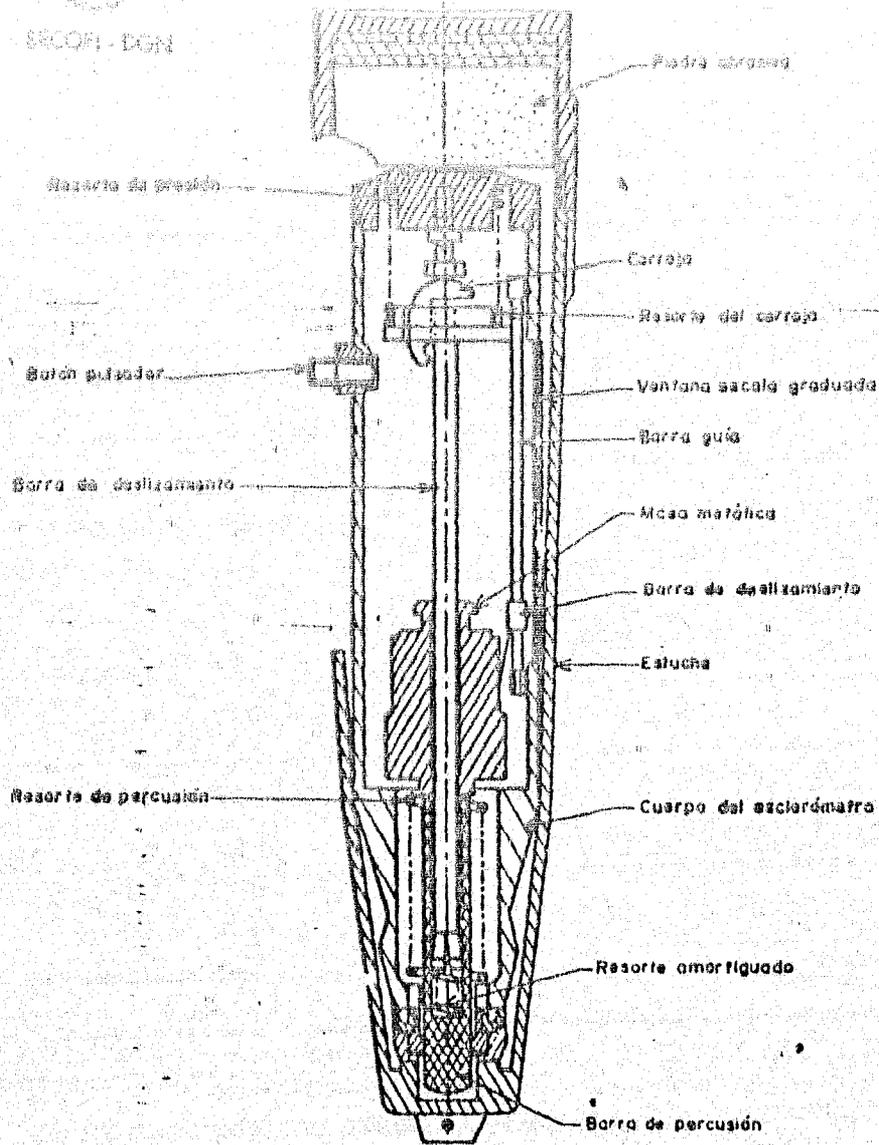
Esta constituida por granos de carburo de silicio de tamaño medio o de algún otro material de dureza y textura similar.

#### Procedimiento.

El aparato se sostiene firmemente en una posición que permita al émbolo golpear perpendicularmente sobre la superficie a probar. Se aumenta lentamente la presión del émbolo hasta

SECON - DON

123



Escaia no	ESCLEROMETRO	NOM-C-192
Acot. no		
D.ño F.J.G.G.		Fig. 1

que el dispositivo golpee.

Después del impacto se registra el índice de rebote con 2 cifras significativas.

Cuando se verifiquen elementos de una estructura de concreto, la zona de prueba debe ser por lo menos de 150 mm. de diámetro y 100 mm de espesor. Deben elegirse las superficies de prueba de acuerdo a la representatividad del área por evaluar en función de sus oquedades, descorchamientos, alta porosidad o textura rugosa. Cuando se deseen comparar las características de dos elementos, éstos deben tener aproximadamente la misma edad y condición de humedad.

Se deben tomar 10 lecturas para cada superficie de prueba. La separación mínima entre dos impactos debe ser de 25 mm.. Se examinan las impresiones hechas por los impactos sobre la superficie, las que presentan estrellamiento por causa de oquedades superficiales se deben descartar y repetir el impacto.

#### Cálculos.

Se deben eliminar las lecturas que difieran del promedio en más de 5 unidades y se determina el promedio final de las lecturas restantes. Si más de 3 lecturas difieren en 6 unidades del promedio, se deben descartar todas las lecturas.

#### Interpretación de resultados.

El martillo de rebote es útil para una investigación preliminar rápida en grandes superficies, comparando elementos similares de la misma construcción en consideración.

Notas.

Las lecturas que van a ser comparadas, deben corresponder a pruebas efectuadas en la misma dirección de impacto: horizontal, vertical, hacia arriba, hacia abajo o inclinadas con el mismo ángulo.

Todas las superficies de prueba, deben ser pulidas con la piedra abrasiva hasta dejarlas lisas.

#### 4.9.- Prueba a la compresión simple de corazones de concreto

Se llaman corazones a los núcleos cilíndricos de concreto, que se extraen haciendo una perforación en la masa de concreto con una broca cilíndrica de pared delgada.

Cuando por alguna razón 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 prismáticos, dependiendo si se requieren para determinar la resistencia a la compresión o a la flexión.

La resistencia a la compresión de los corazones es, en general, inferior a la de los cilindros estándar, porque en la obra el curado 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, ya sea de 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 300 mm, ya

no se observan incrementos.

En general, el concreto debe tener un mínimo de 14 días de edad para que se pueda extraer los especímenes, los cuales deben obtenerse de zonas de concreto no dañadas.

Cuando se estén preparando los especímenes de prueba, para determinar la resistencia del concreto endurecido, las muestras que hayan sido alteradas o dañadas en el proceso de extracción no deben emplearse.

De preferencia, los corazones deben tener una relación altura/diámetro de 2, pudiéndose aceptar como mínimo, una relación de 1.

Los corazones que contengan acero de refuerzo, no deben ser usados para determinar la resistencia.

Un espécimen, tomado en forma perpendicular a una superficie horizontal, se debe localizar cerca del centro, -- alejado de las aristas del elemento colado; en forma similar, los especímenes tomados perpendicularmente a una superficie vertical, o perpendicularmente a una superficie inclinada, deben ser extraídos, cerca del centro y alejados de las aristas o de las juntas de las unidades de colado.

**Procedimiento.** El diámetro de los corazones que se utilicen para determinar la resistencia a la compresión debe ser, de preferencia, 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso usado en el concreto, y cuando menos, 2 veces ese tamaño máximo.

Las bases de los corazones que se prueben a la compresión, deben ser planos y prácticamente lisas perpendiculares al eje longitudinal, con una tolerancia de 5° y con el mismo diámetro que el cuerpo del espécimen, con una tolerancia de 2.5 mm.

Cada extremo del espécimen debe recortarse con disco de diamante, por lo menos 1.0

cm. para evitar zonas alteradas. La longitud del espécimen, cuando ya tenga preparadas las bases, debe ser la más cercana como sea posible, a 2 veces el diámetro. Un corazón que tenga una altura menor del 95% de su diámetro antes de preparadas sus bases, o que tenga menos de 100% de su diámetro, después de preparadas sus bases, no debe probarse.

Los corazones que se hayan tomado de un elemento cuyas condiciones de servicio sean las de un ambiente superficialmente seco deben permanecer durante 7 días, a menos que se acuerde otro lapso, en un ambiente cuya temperatura sea de 15 a 26 °C y con una humedad relativa no mayor de 60% antes de probarse a la compresión.

Si los corazones se toman de una estructura que estará sujeta durante su servicio a una completa saturación, deben curarse de acuerdo a lo siguiente.

Sumerjense los especímenes de prueba en agua saturada de cal, cuya temperatura debe ser de  $23 \pm 2$  °C, por lo menos 40 horas inmediatamente antes de sujetarlos a la prueba de compresión. Durante el período entre su retiro del agua de almacenamiento y la prueba, consérvense los especímenes húmedos, cubriéndolos con tela mojada.

Antes de la prueba, se mide la longitud del espécimen con las bases preparadas con una aproximación de 1 mm., es deseable la obtención del diámetro con una aproximación de 0.5 mm., pero debe ser por lo menos de 1 mm., promediando 2 medidas tomadas en ángulo recto una de otra, aproximadamente a la altura media del espécimen.

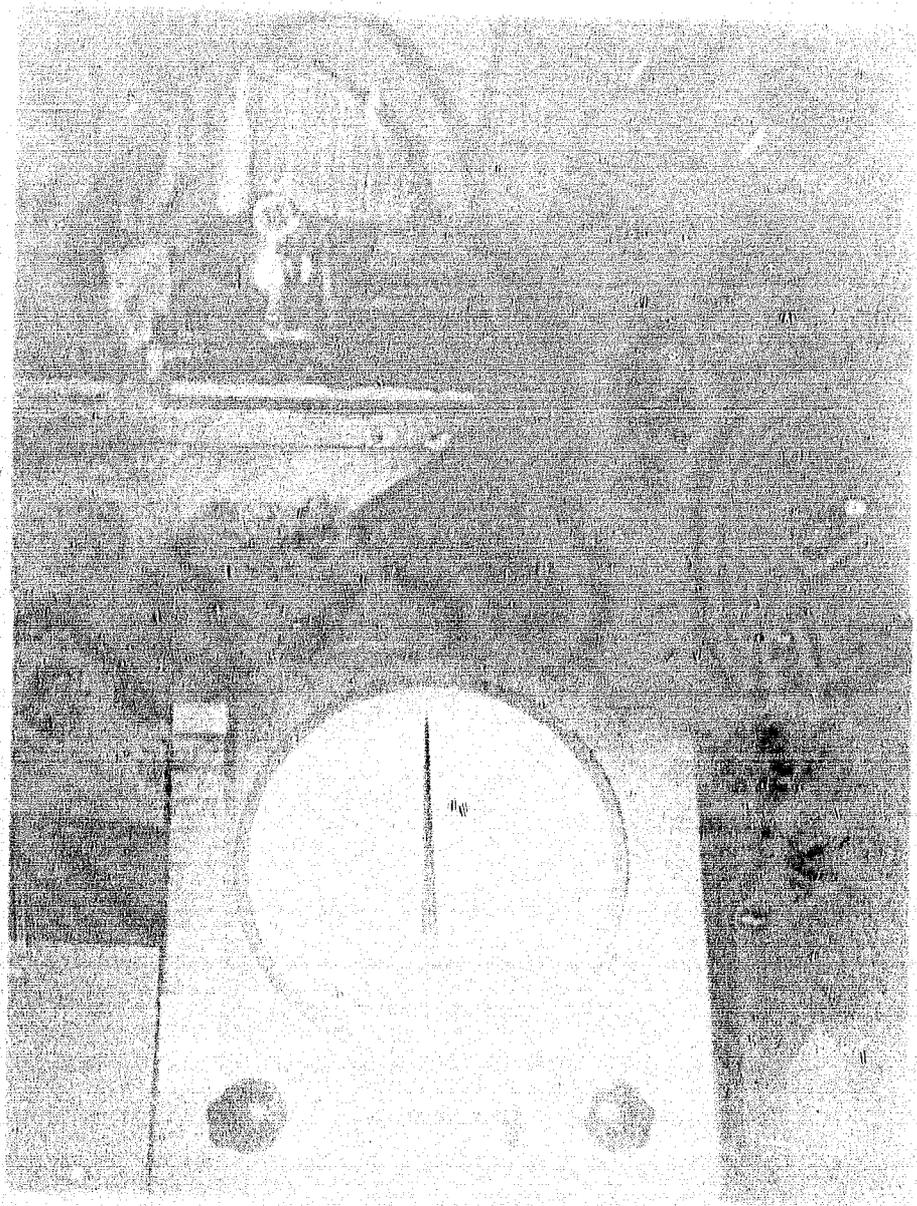
**Cálculo.** Se calcula la resistencia a la compresión de cada espécimen, usando el área de la sección transversal, calculada en función del promedio del diámetro del espécimen.

Háganse las correcciones de resistencia por la relación altura/diámetro, multiplicando la resistencia de compresión por el factor de corrección, de acuerdo con la tabla siguiente.

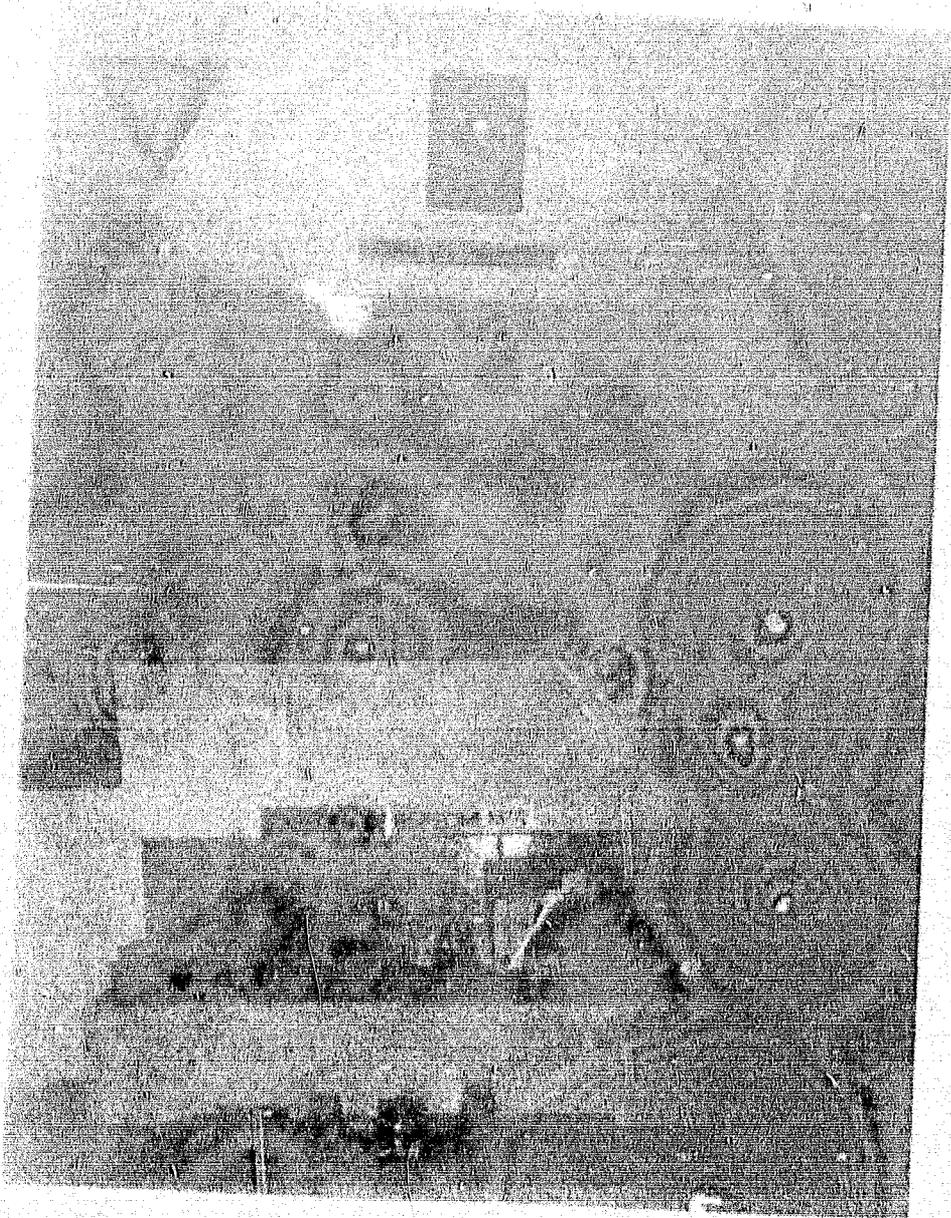
Relación altura/diámetro del corazón	Factor de corrección a la resistencia
2.00	1.00
1.75	0.99
1.50	0.97
1.25	0.94
1.00	0.91

Los valores intermedios que no aparecen en la tabla anterior, deben calcularse por interpolación.

En esta tabla se anotaron los factores de corrección promedio para resistencias nominales comprendidas entre 140 y 420 kg/cm<sup>2</sup>.



L



1

L

APLICACION DEL METODO EN LA PRODUCCION INDUSTRIAL

### 5.1.- INTRODUCCION

Se desarrollan dos aplicaciones experimentales del método de diseño de mezclas estudiado en un capítulo anterior y que fueron realizados en una planta de concreto para su posterior producción industrial.

El primero se refiere a la verificación de las propiedades que se obtenían de mezclas de concreto que empleaban grava an desítica, sustituyéndola por agregado grueso de origen volcánico.

En la segunda aplicación, dada la importancia que tienen los aditivos en la producción del concreto, se presenta un estudio de eficiencia de éstos, con el fin de corroborar las propiedades especificadas de estos productos al añadirlos a pruebas experimentales de mezclas.

## 5.2.- DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO USANDO GRAVA BASÁLTICA.

Este primer estudio realizado consistió esencialmente en la modificación de diseños de mezclas empleados en la producción diaria de la planta, los cuales utilizan agregado grueso andesítico por el empleo de agregado grueso basáltico.

Para tal efecto, se conservaron constantes los parámetros -- que se mencionan en seguida.

- \* Resistencia de proyecto.
- \* Consumo de cemento por metro cúbico.
- \* Consumo de agua por metro cúbico.
- \* Revenimiento de proyecto.
- \* Tamaño máximo del agregado.

Asimismo, se verificó el porcentaje de arena con el cual las pruebas experimentales cumplirían con las características de aspecto y cohesión de la mezcla original, lo que dependería del tipo de concreto por hacer (resistencia rápida o normal, hom beable o no) y obtener la resistencia de proyecto.

Al hacer el análisis del agregado grueso basáltico, se observaron diferencias en relación a la grava andesítica:

- \* Diferente peso específico relativo; para la grava andesítica es del orden de 2.38 y para la grava basáltica de 2.70.
- \* Contaminación por infratamaño; en el basalto prácticamente es nulo y en la grava andesítica se tiene una contaminación del 10% aproximadamente.
- \* Forma y textura: la grava basáltica es lajeada y áspera, la andesítica es redondeada y áspera.

Se hace notar que los diseños elaborados se realizaron bajo las mismas condiciones con las que se lleva a cabo la producción diaria de la planta con el fin de poder verificar bajo condiciones reales de producción los resultados obtenidos.

Tomando en cuenta lo anterior, se procedió a elaborar los

datos de mezclas de prueba, utilizando la simbología siguiente.

- \*  $V_c$  = volumen de cemento por  $m^3$ .
- \*  $V_{ag}$  = " " agua por  $m^3$ .
- \*  $V_{ai}$  = " " aire por  $m^3$ .
- \*  $V_{ar}$  = " " arena por  $m^3$ .
- \*  $V_{gr}$  = " " grava por  $m^3$ .
- \*  $P_{ar}$  = peso de la arena en un  $m^3$ .
- \*  $P_{gr}$  = peso de la grava en un  $m^3$ .
- \* P.V. = peso volumétrico del concreto.

Los resultados se muestran en seguida, junto con datos adicionales como son:

- \* Aspecto y cohesión de la mezcla.
- \* Revenimiento obtenido.
- \* Cálculo de adiciones de cemento con su correspondiente cantidad de agua, para alcanzar el revenimiento de proyecto.
- \* Nueva relación agua-cemento.

134

**DATOS:**

FR = \_\_\_\_\_ CONSUMOS \_\_\_\_\_ ADITIVOS \_\_\_\_\_ NOTAS: \_\_\_\_\_

W/C = 0.457 CEMENTO = 325 kg/m<sup>3</sup> Densidad 150 kg/m<sup>3</sup>

g/s = 1.500 \_\_\_\_\_

af = 46 % \_\_\_\_\_

TIPO DE CEM.: II - F ANOMALIA ARENA 2.42 GRAYA 2.38

TAMAÑO MÁXIMO 20 mm REVENIMIENTO 20 cm

**TABLA DE CÁLCULO**

V <sub>ag</sub> = 350 × 0.457 = 160 "	V <sub>ag</sub> = 350 × 2.15 × 2.42 × 2.38 = 589 kg
V <sub>cc</sub> = 1000 × 0.05 = 50 "	P <sub>cc</sub> = 1.5 × 6.84 = 10.33 kg
V <sub>ar</sub> = 689 = 2.92 = 285 "	
V <sub>ar</sub> = 1033 = 2.38 = 434 "	
	1000 0.15
PROPORCIÓN BASE	1.000 : 1.969 : 2.951 : 0.457

**CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION**

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	12.545					12.545	15.645
1.969	24.011	4.851	1.199	2.12	0.574	25.376	29.176
2.951	37.020	3.008	1.113	4.10	1.518	36.615	43.015
0.457	5.733		2.312		2.042	5.463	5.463
6.377	80.006						

**MEDICIONES:**

ASPECTO	<u>PASRECA</u>	CE	AGUA	ADICION		
COHESION	<u>BUENA</u>	50	0.125			
REVENIMIENTO	<u>11</u> cm.	100	0.251	+		
FLUIDEZ	_____ %	200	0.502			
aire	<u>0.636</u>	300	0.753	++		
CEMENTO AGUA †	_____	400	1.004			
%	_____	500	1.255	+		
	_____	1000	2.510			
	_____	P.V. = 2.178	kg/m <sup>3</sup>			

DATOS:  
 Fc = 750 CONSUMOS: AGITIVOS: NOTAS:  
 fca = 0.822 CEMENTO = 322 kg/m<sup>3</sup> CONDUCIBLE  
 q<sub>1</sub> = 1.071 AGUA 125 Lit/m<sup>3</sup>  
 q<sub>2</sub> = 4.0 FLUIDEZ:  
 TIPO DE CEMENTO: M. ANA. V. A. I. ABAMA 2.72 GRAVA 2.15  
 TAMAÑO MÁXIMO 22 mm. REVENIMIENTO 17.5 cm

TABLA DE CÁLCULO

V <sub>1</sub> = 330 × 3.14 = 105	P <sub>1</sub> = 710 × 0.42 × 0.21 = 629 kg
V <sub>2</sub> = 330 × 0.530 = 175	P <sub>2</sub> = 1.071 × 0.52 × 0.21 = 117 kg
V <sub>3</sub> = 1000 × 0.01 = 10	P <sub>3</sub> = 1.071 × 0.87 = 0.93 kg
V <sub>4</sub> = 10.9 = 1.74	
V <sub>5</sub> = 0.75 = 0.12	
	1000.0 Lit.
PROPORCIÓN BASE 1.000 : 2.67 : 0.803 : 0.530	

CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCIÓN		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	17.231					17.231	17.331
2.674	39.338	4.06	1.556	2.12	0.413	39.081	42.881
2.803	39.889	0.00	0.000	1.420	0.566	39.323	45.723
0.530	7.542		1.556		1.379	7.365	7.365
7.027	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO	1. GRAVUDO	CE	AGUA	ADIC		
COHESION	REGULAR	SC	0.134	+		
REVENIMIENTO	17.5 cm.	100	0.266			
FLUIDEZ	%	200	0.530			
aire	0.664	300	0.804			
CEMENTO AGUA	+	400	1.072	+		
%		500	1.346	+		
		1000	2.690			
		P.V.	2302	Kg/m <sup>3</sup>		





ESTUDIO NO. FECHA DE CONADO

DATOS		NOTAS	
V <sub>c</sub> = 280	CONSUMOS	ADITIVOS	
A <sub>ca</sub> = 0.552	CEMENTO 280 kg/m <sup>3</sup>		NO CONSIDERAR
V <sub>gr</sub> = 1.273			AGUA 122 kg/m <sup>3</sup>
W = 4.4			
TIPO DE CEM: PORTLAND - ORDINARIO	ARENA 2.42	GRAVA 2.70	
TAMAÑO MÁXIMO 20 mm	REVENIMIENTO 2.4 cm		

TABLA DE CÁLCULO

V <sub>c</sub> = 280 ÷ 3.15 = 10.5 dt.	P <sub>ca</sub> = 203.6342 × 2.70 = 299 kg
V <sub>ca</sub> = 330 × 0.552 = 182 "	P <sub>gr</sub> = 1.273 × 2.42 × 2.70 = 10.12 kg
V <sub>ag</sub> = 1000 × 0.01 = 10 "	
V <sub>ar</sub> = 177.5 ÷ 2.42 = 32.8 "	
V <sub>gr</sub> = 10.12 ÷ 2.70 = 3.75 "	
	1000
PROPORCIÓN BASE	

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCIÓN		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	14.229					14.229	17.329
2.409	34.277	11.54	3.955	2.12	0.721	37.505	41.305
3.067	43.640	0.00	0.000	1.42	0.619	43.021	49.421
0.552	7.854		3.955		1.346	5.245	5.245
2.028	100.00						

MEDICIONES

ASPECTO	2. GRAVADO	CE	AGUA	ADIC.		
COHESION	BUENA	50	0.124			
REVENIMIENTO	14.0 cm	100	0.248			
FLUIDEZ		200	0.536	+		
		300	0.804			
		400	1.072	+		
		500	1.340	+		
CEMENTO AGUA		1000	2.680	+		
		P.V.	= 2.286 kg/m <sup>3</sup>			

ESTUDIO No. FECHA DE ELABORACION

**GATOS**

PO = 300 <sup>kg</sup> CONSUMIDOS      ADITIVOS      MITAS

gras = 0.607      CEMENTO = 3.014      ~~NO SE RECOMIENDA~~

gr = 1.222

W = 95 %

TIPO DE CEM. ~~EMULSION~~ PORTLAND ARENA 2.42      GRAVA 2.70

TAMANO MAXIMO 30 mm      REVENIMIENTO 14 cm

**TABLA DE CALCULO**

V <sub>gr</sub>	=	300 ÷ 2.42	=	124	litros	P <sub>gr</sub>	=	1.222 × 124 × 2.70	=	394.4
V <sub>ce</sub>	=	300 × 0.607	=	182	litros			1.222 × 2.42 + 2.70		
V <sub>ac</sub>	=	1000 × 0.01	=	10	"	P <sub>gr</sub>	=	1.222 × 394.4	=	482.2
V <sub>ca</sub>	=	182 ÷ 2.42	=	75	"					
V <sub>gt</sub>	=	103.1 ÷ 2.70	=	38.2	"					
				1000	"					
PROPORCION BASE		1.000	3.014	3.687				0.607		

**CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION**

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	12.044					12.044	15.144
3.014	36.300	11.84	4.18	2.12	0.770	39.719	43.519
3.687	44.346	0.00	0.00	1.42	0.630	43.716	50.116
0.607	7.310		4.184		1.400	4.521	4.521

**MEDICIONES.**

ASPECTO	<u>BUENO</u>	CE	5600	A0/C		
COHESION	<u>REGULAR</u>	50	0.161			
REVENIMIENTO	<u>14</u> cm	100	0.321	+		
FLUIDEZ		200	0.642	+		
		300	0.963			
		400	1.284			
CEMENTO AGUA	<u>0.945</u>	500	1.605	+		
		1000	3.210	+		
		P.V. = 2293 kg/m <sup>3</sup>				

ESTUDIO: \_\_\_\_\_ IN: \_\_\_\_\_ FECHA DE COLADO: \_\_\_\_\_

**DATOS**

$P_c = 300$  CONSUMOS  $P_a = 300$  NOTAS: LA BATERIA  
 $W_c = 0.447$  CEMENTO  $300$  AGUA 170 Lts  
 $W_a = 1.273$  44  
 TIPO DE CEM: MERCALLI - S.M.A. S.A.C. ARENA 2.12 GRAVA 2.20  
 TAMAÑO MÁXIMO 20 mm REVENIMIENTO 14 cm

**TABLA DE CÁLCULO**

$V_c = 1$	$300 = 3.15$	$= 120$	$115$	$P_{ac} = 300 \times 0.42 \times 2.20 = 277$	$Kg$
$V_{ag} =$	$300 \times 0.447 =$	$134$	$130$		
$V_{ar} =$	$1000 \times 0.01 =$	$10$	$10$	$P_{gr} = 1.273 \times 792 =$	$1007$
$V_{at} =$	$191 = 2.4 =$	$323$	$323$		
$V_{gt} =$	$1007 = 2.2 =$	$2215$	$2215$		
			$1000$		
PROPORCIÓN BASE	$1.000$	$0.1081$	$2.650$	$0.447$	

**CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN**

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCIÓN		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	16.186					16.186	19.286
2.081	33.683	2.8	0.943	2.12	0.714	33.912	37.712
2.650	42.893	0.000	0.000	1.420	0.609	42.284	48.684
0.447	7.235		0.943		1.323	7.615	7.615
6.178							

**MEDICIONES**

ASPECTO	<u>4. PASTOSO</u>	CE	AGUA	ADIC		
COHESION	<u>BUENA</u>	50	0.114			
REVENIMIENTO	<u>15</u> cm	100	0.229			
FLUIDEZ		200	0.458	+		
% de	<u>0.619</u>	300	0.687			
CEMENTO AGUA		400	0.916			
%		500	1.145	+		
		1000	2.229	+		
		P.V = 2300 Kg/m <sup>3</sup>				

ESTUDIO: \_\_\_\_\_ NO: \_\_\_\_\_ FECHA DE COLADO: \_\_\_\_\_

DATOS			
Fc	2.52	CONSUMOS	ADITIVOS
W/C	0.530	CEMENTO 330	NOTAS
W/A	1.841		AGUA 125 kg/m <sup>3</sup>
W	49		
TPO DE CIM:	NOBILIZADA	ARENA	2.42
TAMAÑO MÁXIMO	30	REVENIMIENTO	14
		GRAVA	3.70

LABOR DE CÁLCULO

V <sub>ce</sub> =	330	÷	3.15	=	105	kg	P <sub>ce</sub> =	7.0	×	2.42	×	2.70	=	45.18	kg
V <sub>ag</sub> =	330	×	0.530	=	175	"	P <sub>ag</sub> =	1.841	×	2.42	×	2.70	=	23.70	"
V <sub>as</sub> =	1000	×	0.01	=	10	"	P <sub>as</sub> =	1.041	×	2.42	×	2.70	=	6.75	kg
V <sub>at</sub> =	45.18	÷	2.42	=	18.7	"									
V <sub>at</sub> =	6.75	÷	2.70	=	2.5	"									
					100.0										
PROPORCIÓN BASE	1000	:	24.694	:	2.403	:	0.530								

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	14.231					14.231	17.331
2.694	38.338	4.06	1.556	2.12	0.813	39.081	42.881
2.803	39.889	0.000	0.000	1.412	0.566	39.323	45.723
0.530	7.592		1.256		1.379	7.365	7.365
7.027	100.00						

MEDICIONES	ASPECTO	6. GRAYUDA	CE	AGUA	ADIC.			
	COHESION	REGULAR	50	0.134	+			
	REVENIMIENTO	14.5	100	0.268				
	FLUIDEZ		200	0.536				
	W/C	0.664	300	0.804				
	CEMENTO AGUA		400	1.072	+			
			500	1.340	+			
			1000	2.680				
			P.V. = 2307 kg/m <sup>3</sup>					



ESTUDIO No. RECIBO DE ENTREGA

DATOS			
Fc = 300	CONSUMOS	AGUILES	NOTAS
W <sub>1</sub> = 0.619	CEMENTO 350		No. 02-158074
W <sub>2</sub> = 1.32			Agua = 2.32 lit/m <sup>3</sup>
W <sub>3</sub> = 0.3			
TIPO DE CEM. <u>AGUILES - 40</u>	ARENA 2.12	GRAVA 2.70	
TAMAÑO MÁXIMO 20 mm	REVENIMIENTO 14 cm		

TABLA DE CÁLCULO			
V <sub>1</sub> = 300 ÷ 1.5 = 200 lit	P <sub>1</sub> = 2.35 × 2.12 × 2.70 = 13.08 kg		
V <sub>2</sub> = 0.619 × 350 = 216.65 lit	P <sub>2</sub> = 1.32 × 2.42 × 2.70 = 10.14 kg		
V <sub>3</sub> = 1000 × 0.01 = 10 lit	P <sub>3</sub> = 1.32 × 2.04 = 2.69 kg		
V <sub>4</sub> = 304 ÷ 2.42 = 125.62 lit			
V <sub>5</sub> = 229 ÷ 2.70 = 84.81 lit			
	1000 lit		
PROPORCIÓN BASE	1.000 : 1.852 : 2.443 : 0.619		

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION							
PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	16.903					16.903	20.007
1.852	31.305	5.49	1.715	2.12	0.663	32.357	36.157
2.443	41.378	0.00	0.00	1.420	0.587	40.741	47.141
0.619	10.463		1.715		1.250	9.998	9.998
5.916	100.00						

MEDICIONES		CE	AGUA	ADIC.
ASPECTO	BUENO	50	0.114	
COHESION	BUENA	100	0.227	
REVENIMIENTO	14.5	200	0.458	
FLUIDEZ		300	0.687	
a ce	0.619	400	0.916	
CEMENTO AGUA		500	1.145	
		1000	2.290	
				P.V. = 2300 Kg/m <sup>3</sup>

37700

No

FECHA DE CINADO

DATOS			
PROY. = 320	CONSUMOS	ADITIVOS	NOTAS
AREA = 0.536	CEMENTO 1140		NO SOLUBLE
GRV = 144			AGUA 1171.45
SR = 41			
PROG DE CEM. ABRILLOS: M. X	AREPIA 2.42		GRAVA 2.70
TAMANO MAXIMO 20	REVENIMIENTO 14	cm	

TABLA DE CALCULO											
V <sub>ce</sub> =	1140	÷	3.15	=	362	lit		P <sub>ce</sub> =	362 x 2.42 x 2.70	=	2347 kg
V <sub>ag</sub> =	1140	x	0.336	=	384	"			1140 x 2.42 x 2.70	=	747 kg
V <sub>ad</sub> =	1000	x	0.01	=	10	"		P <sub>gr</sub> =	144 x 5.29	=	762 kg
V <sub>ac</sub> =	648	=	2.42	=	268	"					
V <sub>gr</sub> =	734	=	2.70	=	246	"					
					1000	"					
PROPORCION BASE	1.000	:	1.7145	:	2.23	:	0.536				

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION							
PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	19.478					19.478	22.578
1.475	28.720	5.48	1.574	2.12	0.609	29.695	33.495
2.123	41.352	0.00	0.00	1.420	0.587	40.765	47.165
0.536	10.440				1.196	10.062	10.062
5.134	100.00						

MEDICIONES		CE	AGUA	ADIC.			
ASPECTO	BUENO	50	0.097				
COHESION	BUENO	100	0.193	+			
REVENIMIENTO	14	200	0.386				
FLUIDEZ		300	0.579				
ARE	0.543	400	0.772				
CEMENTO AGUA		500	0.965				
		1000	1.930				
		D.V. =	2307	kg/m <sup>3</sup>			



ESTUDIO NO. FECHA DE COMIENZO

DATOS:  
 C = 152 CONSUMOS  
 W = 0.233 CEMENTO 325 kg/m<sup>3</sup>  
 W<sub>a</sub> = 1.122  
 W<sub>g</sub> = 4.7  
 TIPO DE CEMENTO: AMARILLO N. 1 ARENA 2.42 GRAVA 2.22  
 TAMAÑO MÁXIMO: 20 mm REVENIMIENTO: 10 cm

TABLA DE CÁLCULO  
 $V_c = 1.23 \times 3.15 = 3.87$   
 $V_{ag} = 2.7 \times 0.733 = 1.98$   
 $V_{ar} = 1000 \times 0.01 = 10$   
 $V_{gr} = 907 = 2.42 = 375$   
 $V_{gr} = 1023 \div 2.72 = 376$   
 10.310 kg  
 PROPORCION BASE 1.000 : 4.031 : 4.547 : 0.733  
 $P_{ar} = 154 \times 2.42 \times 2.70 = 907 \text{ kg}$   
 $P_{gr} = 1122 \times 2.72 = 3052 \text{ kg}$

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	9.689					9.689	12.798
4.031	38.097	4.77	1.864	2.12	0.829	40.127	43.927
4.547	44.097	0.00	0.00	1.72	0.626	43.471	49.871
0.733	7.109		1.864		1.455	6.700	6.700
10.311	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO: L. GRAVADA  
 COHESION: REGULAR  
 REVENIMIENTO: 11 cm  
 FLUIDEZ: 0.983  
 CEMENTO AGUA:

CE	AGUA	ADIC.
50	0.200	
100	0.401	
200	0.802	
300	1.203	
400	1.604	
500	2.005	
1000	4.010	
P.V. = 2300 kg/m <sup>3</sup>		

ESTUDIO No FECHA DE CALIFICACION

DATOS			
Pa = 150	CONGUNTOS	ADITIVOS	NOTAS
Ac = 2.133	CEMENTO 2.133 kg/m <sup>3</sup>		NO BOMBEABLE
Q <sub>1</sub> = 0.041			AGUA = 170 Lt/m <sup>3</sup>
W = 1.95			
TIPO DE CEM: E-1000001	AGUA: A.C. ARENA	2.12	GRAVA 2.22
TAMANO MAXIMO 22	mm	REVENIMIENTO 14	cm

TABLA DE CALCULO										
V <sub>1</sub> =	23.5	=	3.15	=	73.5	Lt				
V <sub>ag<sub>1</sub></sub> =	23.5	x	0.223	=	5.24	"				
V <sub>ac<sub>1</sub></sub> =	1000	x	0.01	=	10	"				
V <sub>1</sub> =	933	=	2.13	=	385	"				
V <sub>ac</sub> =	921	=	2.22	=	380	"				
					1000	"				
PROPORCION BASE	1.000	:	3.974	:	4.132	:	0.723	:		

CORRECCION POR HUEVEDAD Y ABSORCION							
PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	NUMERIDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	10.178					10.178	13.270
3.970	40.407					40.407	44.207
4.132	42.055					42.055	48.485
0.723	7.359					7.359	7.359
9.825	100.00						

MEDICIONES:		CE	AGUA	ADIC.		
ASPECTO	L. Gravudo	50	0.195	+		
COHESION	Regular	100	0.389	+		
REVENIMIENTO	12.0 cm	200	0.778			
FLUIDEZ		300	1.167			
		400	1.556			
		500	1.945	+		
CEMENTO AGUA		1000	3.890			
		P.V. =	2300	Kg/m <sup>3</sup>		



ESTUDIO DE ... FECHA DE COLAR ...

**DATOS**

V = 120 CONSUMOS ADMITIDOS NOTAS

area = 0.373 CEMENTO = 23.3 (kg/m<sup>3</sup>)

area = 1.000

W = 5.0

TIPO DE CEM. I. CEMENTO 31 AREA ARENA 2.42 GRAVA 7.71

TAMANO MAXIMO 20 mm REVENIMIENTO 14 cm

**TABLA DE CALCULO**

V <sub>1</sub>	0.373	+	3.15	=	1.181		V <sub>1</sub> = 0.373 x 2.42 x 2.70 = 2.42
V <sub>2</sub>	7.35	+	0.373	=	7.723		1.000 x 2.42 x 2.70
V <sub>3</sub>	1.000	x	0.01	=	1.01		P <sub>gr</sub> = 1.000 x 951 = 951 kg
V <sub>4</sub>	9.51	-	0.42	=	9.09		
V <sub>5</sub>	9.51	-	0.37	=	9.14		
					10.00		
PROPORCION BASE	1.000	=	0.047	:	0.047	:	0.023

**CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION**

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	10.186					10.186	13.286
0.047	41.223					41.223	45.023
0.047	41.223					41.223	47.623
0.023	7.364					7.364	7.364
0.817	100.00						

**MEDICIONES**

ASPECTO	BUENO	CE	AGUA	ADIC.		
COHESION	BUENO	50	0.195	+		
REVENIMIENTO	13 cm.	100	0.389	+		
FLUIDEZ		200	0.778			
a/c	1.093	300	1.167	+		
CEMENTO AGUA		400	1.556	+		
		500	1.945	+		3.7
		1000	3.890			
		P.V =	0.314	kg/m <sup>3</sup>		

ESTRUCO \_\_\_\_\_ FECHA DE COLADO \_\_\_\_\_

NOTAS: NO IMPROBABLE  
DATA 2/65 11/10/53

F<sub>1</sub> = 700 GONGUAGG  
 F<sub>2</sub> = 2.611 CEMENTO = 2.42 kg/m<sup>3</sup> ADITIVOS  
 F<sub>3</sub> = 2.127  
 a = 4.7 %  
 TIPO DE CEM: CEMPORTLAND ARBNA 2.42  
 TAMANO MAXIMO 22 mm. REVENIMIENTO 12 cm. GRAVA 3.72

TABLA DE CALCULO

V <sub>1</sub> = 270 × 0.811 = 219	V <sub>2</sub> = 1000 × 0.01 = 10	V <sub>3</sub> = 897 × 2.42 = 2171	V <sub>4</sub> = 1003 × 2.72 = 2728	V <sub>T</sub> = 219 + 10 + 2171 + 2728 = 5128	P <sub>1</sub> = 270 × 2.42 × 2.72 = 1770 kg	P <sub>2</sub> = 1127 × 897 = 1009 kg
PROPORCION BASE	1.000	3.286	3.715	0.611		

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	11.598					11.598	14.628
3.286	38.228					38.228	42.028
3.715	43.087					43.087	49.487
0.611	7.086					7.086	7.086
8.622	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO	<u>BUENO</u>	CE	AGUA	ADIC.		
CONESION	<u>BUENA</u>	50	0.108	+		
REVENIMIENTO	<u>10.5</u> cm.	100	0.235	++		
FLUIDEZ	%	200	0.670			
a/c	<u>0.757</u>	300	1.005			
CEMENTO AGUA	%	400	1.340	+		
		500	1.675			
		1000	3.350			
		P.V.	<u>2364 kg/m<sup>3</sup></u>			

EDIFICIO No. FECHA DE COLADO

DATOS:  
 f'c = 250 COMPRESOS ADITIVOS NOTAS  
 f'ed = 0.515 CEMENTO = 330 kg/m<sup>3</sup> MP COMPRESOS  
 f'v = 2.177 ARELA = 650 Lt/m<sup>3</sup>  
 w = 4.6 %  
 TIPO DE CENIZAS = NOBACAL-QUATROK ARENA 248 GRASA 2.70  
 TAMAÑO MÁXIMO 2.0 mm. REVENIMIENTO 1.0 cm

TABLA DE CÁLCULO  
 $V_k = 320 \times 0.15 = 48 \text{ Lt}$   $V_{aj} = 325 \times 0.315 = 102.375 \text{ Lt}$   $V_{gr} = 1000 \times 0.01 = 10 \text{ Lt}$   
 $V_{ar} = 65.3 = 2.48$   $V_{gr} = 10.3 = 2.70$   $V_{gr} = 10.3 = 2.70$   
 PROPOCIÓN BASE 1.000 : 2.627 : 3.165 : 0.515

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	13.555					13.555	16.555
2.627	36.559					36.559	40.359
3.165	42.903					42.903	49.303
0.515	6.981					6.981	6.981
7.377	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO	BUENO	CE	AGUA	ADIC			
COHESION	BUENA	50	0.139				
REVENIMIENTO	31 cm	100	0.272	+			
FLUIDEZ		200	0.584	+			
W/c	0.640	300	0.831				
CEMENTO AGUA		400	1.08				
%		600	1.385	+			
		1000	2.770				
		P.V.	= 2314 Kg/m <sup>3</sup>				

DATOS:  
 Fe = 30/05/2018  
 CEMENTOS: CEMENTO = 31.2 kg/m<sup>3</sup>  
 AGUA = 1.772  
 ARENA = 7.49  
 GRAVA = 7.70  
 TABLAO MAXIMO = 25 mm REVENIMIENTO = 10 cm

NOTAS:  
 MO. DE 1000000 L  
 AGUA 255.11 m<sup>3</sup>

TABLA DE CALCULO

V =	3.65	3.65	=	13.65	m <sup>3</sup>	V <sub>neto</sub> =	200	2.272	2.272	=	470	kg
V <sub>kg</sub> =	3.65	0.452	=	1.65	"	V <sub>neto</sub> =	2.272	0.452	2.724			
V <sub>neto</sub> =	1000	0.01	=	10	"	V <sub>neto</sub> =	1.272	0.772	2.044			kg
V <sub>neto</sub> =	8.78	0.452	=	3.34	"							
V <sub>neto</sub> =	10.12	0.772	=	10.89	"							
				100.00	"							
PROPORCION BASE												

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	15.404					15.404	19.504
2.268	34.935					34.935	38.735
2.772	42.699					42.699	49.699
0.452	6.962					6.962	6.962
6.492	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO	BUENO	CE	AGUA	ADIC			
COHESION	BUENA	50	0.170	+			
REVENIMIENTO	11 cm	100	0.234	+			
FLUIDEZ	%	200	0.478				
arce	0.575	300	0.717				
CEMENTO AGUA	%	400	0.956				
		500	1.195				
		1000	2.390				
		P.V.	2.326	kg/m <sup>3</sup>			

ESTUDIO No. \_\_\_\_\_ FECHA DE COLADO \_\_\_\_\_

DATOS		ADITIVOS		NOTAS	
Fa = 350	CONSUMOS				
gca = 0.393	CEMENTO 420 kg/m <sup>3</sup>				Agua = 165 L/m <sup>3</sup>
g/a = 1.372					
g = 44	%				
TIPO DE CEM. I. MORTAR	ARENERA	ARENERA	2.48	GRAVA	2.70
TAMANO MAXIMO 30	mm	REVENIMIENTO	10	cm	

TABLA DE CALCULO							
V <sub>1</sub>	420	×	1.375	=	577.5	kg	
V <sub>2</sub>	420	×	0.393	=	165	"	
V <sub>3</sub>	1020	×	0.11	=	112.2	"	
V <sub>4</sub>		+	2.48	=		"	
V <sub>5</sub>		+	2.70	=		"	
					1000	"	
PROPORCION BASE	1.000	:	1.883	:	2.393	:	0.393

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION							
PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	17.633					17.633	20.733
1.883	33.204					33.204	37.004
2.393	42.232					42.232	48.632
0.393	6.930					6.930	6.930
5.671	100.00						

MEDICIONES:		CE	AGUA	ADIC.		
ASPECTO	BUENO	50	0.102	+		
COHESION	BUENA	100	0.204			
REVENIMIENTO	10 cm.	200	0.408	+		
FLUIDEZ	%	300	0.612	++		
aire	0.542	400	0.816	+		
CEMENTO AGUA	%	500	1.020	+		
		1000	2.040			
		RV = 3257 kg/m <sup>3</sup>				

**DATOS:**

P<sub>o</sub> = 150 CONSUMOS: ADITIVOS: NOTAS:  
 a/c = 0.716 CEMENTO = 240 kg/m<sup>3</sup>  Buzardillo  
 q/a = 0.723 " " " "  CASA # 172 6/2/3  
 a/c = 52 % " " " "    
 TIPO DE CEM.: I. FOLIO DE MARCA ARENA 2.48 GRAVA 2.70  
 TAMAÑO MÁXIMO 2.0 mm REVENIMIENTO 14 cm

**TABLA DE CÁLCULO**

V <sub>o</sub> =	240 - 3.1%	=	232.68	kg	P <sub>o</sub> =	242 x 2.48 x 2.70	=	1596.432	kg
V <sub>ag</sub> =	240 x 0.716	=	171.84	"		0.723 x 2.48 x 2.70	=	478.872	"
V <sub>ac</sub> =	1000 x 0.01	=	10	"					
V <sub>af</sub> =	995 - 2.48	=	992.52	"					
V <sub>af</sub> =	995 - 2.70	=	992.30	"					
			1000	kg					
PROPORCIÓN BASE	1.000	:	4.150	:	3.829	:	10.711		

**CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN**

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCIÓN		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	10.314					10.314	13.914
4.150	42.805					42.805	46.605
3.829	39.424					39.424	45.894
0.716	7.385					7.385	7.385
9.695	100.00						

**MEDICIONES.**

ASPECTO 1. Gravado  
 COHESION Buena  
 REVENIMIENTO 15 cm  
 FLUIDEZ \_\_\_\_\_ %  
 a/c 0.938  
 CEMENTO AGUA : \_\_\_\_\_  
 % \_\_\_\_\_

CE	AGUA	ADIC		
50	0.190			
100	0.381			
200	0.762			
300	1.143	+		
400	1.524			
500	1.905	+		
1000	3.810			
P.V. =	2.292	X <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	3	

**DATOS:**

Fc = 150 CONSUMOS  
 w/c = 0.276 CEMENTO 300 kg/m<sup>3</sup> NOTAS  
 q/a = 0.887 ARENA 2.49 GRAVA 3.70  
 s = 53 %  
 TAMAÑO MÁXIMO 20 mm REVENIMIENTO 19 cm

**TABLA DE CÁLCULO**

Vc	=	1000	×	0.276	=	276	"	Pc	=	1000	×	0.887	=	887	"
Vag	=	1000	×	0.176	=	176	"	Pg	=	1000	×	0.176	=	176	"
Va	=	1000	×	0.0	=	0	"	P	=	1000	×	0.0	=	0	"
Vt	=	1000	×	0.0	=	0	"								
Vg	=	1000	×	0.0	=	0	"								
PROPORCIÓN BASE		1000	:	4.235	:	3.746	:	0.716							

**CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN**

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCIÓN		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	10.323					10.323	13.423
4.235	46.615					43.615	53.215
3.746	38.670					36.670	45.070
0.716	7.391					7.391	7.391
9.687	100.00						

**MEDICIONES:**

ASPECTO	<u>BUENO</u>	CE	AGUA	ADIC.			
COHESION	<u>BUENA</u>	50	0.190				
REVENIMIENTO	<u>19.5</u> cm	100	0.381	+			
FLUIDEZ		200	0.762				
a. ce	<u>0.886</u>	300	1.143				
CEMENTO AGUA		400	1.524				
%		500	1.905	+			
		1000	3.810				
		P.V.	2278	kg/m <sup>3</sup>			



ESTADO No. FECHA DE ELABORADO

**CALCULO**

Fc = 250 CONSUMO  
 SUPERFICIE = 330 m<sup>2</sup> REVENIMIENTO = 3.30 kg/m<sup>2</sup> ACTIVOS  
 NOTAS: RESUMIBLE  
ECUA = 1.13 W/m<sup>3</sup>  
 TIPO DE CEMENTO: PORTLAND AREA: 2.48 GRAVA: 2.22  
 TAMANO MAXIMO: 20 mm REVENIMIENTO: 14 cm

**TABLA DE CALCULO**

V <sub>1</sub> = 330 x 3.30 = 1089 m <sup>3</sup>	P <sub>1</sub> = 2.22 x 1089 = 2417.58 kg
V <sub>2</sub> = 330 x 0.53 = 174.9 m <sup>3</sup>	P <sub>2</sub> = 2.22 x 174.9 = 388.278 kg
V <sub>3</sub> = 1000 x 0.01 = 10 m <sup>3</sup>	P <sub>3</sub> = 2.22 x 10 = 22.2 kg
V <sub>4</sub> = 235 = 23.48 m <sup>3</sup>	
V <sub>5</sub> = 829 = 8.29 m <sup>3</sup>	
	70.00 m <sup>3</sup>
PROPORCION BASE	1.00 : 0.836 : 2.742 : 0.030

**CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION**

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	14.074					14.074	17.174
0.833	39.873					39.873	43.613
2.742	38.592					38.592	44.992
0.030	7.459					7.459	7.459
7.105	100.00						

**MEDICIONES:**

ASPECTO: BUENO  
 COHESION: BUENA  
 REVENIMIENTO: 14 cm  
 FLUIDEZ: \_\_\_\_\_ %  
 a/c: 0.627  
 CEMENTO AGUA: \_\_\_\_\_ %

CE	A.G.	NOTA		
50	0.134			
100	0.268	+		
200	0.536			
300	0.804	+		
400	1.072			
500	1.340	+		
1000	2.680			

DATOS:  
 P<sub>1</sub> = 250 CONSUMO:  
 P<sub>2</sub> = 320 CEMENTO = 320 kg/m<sup>3</sup>  
 P<sub>3</sub> = 1200  
 P<sub>4</sub> = 500  
 TIPO DE CEMENTO: PORTLAND  
 TAMANO MAXIMO: 20 mm  
 REVENIMIENTO: 13  
 AGUA: 2.98  
 UNIDAD: 2.25

TABLA DE CALCULO

V <sub>1</sub>	=	250	÷	3	=	83.33	kg
V <sub>2</sub>	=	320	÷	3	=	106.67	kg
V <sub>3</sub>	=	1200	×	0.04	=	48	kg
V <sub>4</sub>	=	89.8	÷	2.98	=	30.13	kg
V <sub>5</sub>	=	89.8	÷	2.10	=	42.76	kg
1000							
PROPORCION BASE		1.000	3.263	0.460	2.363	0.460	

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	16.165					16.165	19.265
3.263	38.199					38.199	41.299
2.363	38.199					38.199	49.599
0.460	7.436					7.436	7.436
6.186	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO: BUENO  
 COHESION: BUENA  
 REVENIMIENTO: 13 cm.  
 FLUIDEZ: 0.581 %  
 CEMENTO AGUA: %

CE	AGUA	ADIC.
50	0.115	+
100	0.229	+
200	0.458	
300	0.687	
400	0.916	
500	1.145	
1000	2.290	+
PV =	2200	Kg/m <sup>3</sup>

ESTRUCTURA: 3.50 CONCRETO: VI.1.1 ACOTACION: VI.1.1 NOTAS: CONCRETO  
 TIPO DE CEMENTO: PORTLAND OPORTUNO VI.1.1 VI.1.1 VI.1.1 VI.1.1  
 TIPO DE CEMENTO: PORTLAND OPORTUNO VI.1.1 VI.1.1 VI.1.1 VI.1.1  
 TIPO DE CEMENTO: PORTLAND OPORTUNO VI.1.1 VI.1.1 VI.1.1 VI.1.1

TABLA DE CALCULO

V <sub>1</sub>	=	480	x	1.315	=	631.2				
V <sub>2</sub>	=	460	x	1.380	=	634.8				
V <sub>3</sub>	=	1000	x	1.0	=	1000				
V <sub>4</sub>	=	275	x	1.78	=	489.5				
V <sub>5</sub>	=	223	x	1.70	=	379.1				
						700.0				
PROPORCION BASE		1.000		1.187		1.197		1.050		

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PEOS NETOS	PEOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	17.447					17.447	22.541
1.843	35.842					35.842	39.642
1.917	37.320					37.320	43.720
0.380	7.390					7.390	7.390
5.142	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO	_____	CE	AGUA	ADIC.		
COHESION	_____	50	0.092			
REVENIMIENTO	_____ cm.	100	0.193			
FLUIDEZ	_____ %	200	0.366			
a/ca	_____	300	0.549			
CEMENTO AGUA	_____	400	0.722			
%	_____	500	0.915	+		
	_____	1000	1.830	++		
	_____	P.V.	2.274	Kg/m <sup>3</sup>	3	

**DATOS:**

P<sub>1</sub> = 150      CEMENTO = 245 kg/m<sup>3</sup>      ADITIVOS:      NOTAS:   
 P<sub>2</sub> = 0.673      CEMENTO = 245 kg/m<sup>3</sup>        
 P<sub>3</sub> = 1.571        
 P<sub>4</sub> = 49        
 P<sub>5</sub> = 2.48        
 P<sub>6</sub> = 2.70        
 P<sub>7</sub> = 3.0        
 P<sub>8</sub> = 3.5        
 P<sub>9</sub> = 4.0        
 P<sub>10</sub> = 4.5        
 P<sub>11</sub> = 5.0        
 P<sub>12</sub> = 5.5        
 P<sub>13</sub> = 6.0        
 P<sub>14</sub> = 6.5        
 P<sub>15</sub> = 7.0        
 P<sub>16</sub> = 7.5        
 P<sub>17</sub> = 8.0        
 P<sub>18</sub> = 8.5        
 P<sub>19</sub> = 9.0        
 P<sub>20</sub> = 9.5        
 P<sub>21</sub> = 10.0        
 P<sub>22</sub> = 10.5        
 P<sub>23</sub> = 11.0        
 P<sub>24</sub> = 11.5        
 P<sub>25</sub> = 12.0        
 P<sub>26</sub> = 12.5        
 P<sub>27</sub> = 13.0        
 P<sub>28</sub> = 13.5        
 P<sub>29</sub> = 14.0        
 P<sub>30</sub> = 14.5        
 P<sub>31</sub> = 15.0        
 P<sub>32</sub> = 15.5        
 P<sub>33</sub> = 16.0        
 P<sub>34</sub> = 16.5        
 P<sub>35</sub> = 17.0        
 P<sub>36</sub> = 17.5        
 P<sub>37</sub> = 18.0        
 P<sub>38</sub> = 18.5        
 P<sub>39</sub> = 19.0        
 P<sub>40</sub> = 19.5        
 P<sub>41</sub> = 20.0        
 P<sub>42</sub> = 20.5        
 P<sub>43</sub> = 21.0        
 P<sub>44</sub> = 21.5        
 P<sub>45</sub> = 22.0        
 P<sub>46</sub> = 22.5        
 P<sub>47</sub> = 23.0        
 P<sub>48</sub> = 23.5        
 P<sub>49</sub> = 24.0        
 P<sub>50</sub> = 24.5        
 P<sub>51</sub> = 25.0        
 P<sub>52</sub> = 25.5        
 P<sub>53</sub> = 26.0        
 P<sub>54</sub> = 26.5        
 P<sub>55</sub> = 27.0        
 P<sub>56</sub> = 27.5        
 P<sub>57</sub> = 28.0        
 P<sub>58</sub> = 28.5        
 P<sub>59</sub> = 29.0        
 P<sub>60</sub> = 29.5        
 P<sub>61</sub> = 30.0        
 P<sub>62</sub> = 30.5        
 P<sub>63</sub> = 31.0        
 P<sub>64</sub> = 31.5        
 P<sub>65</sub> = 32.0        
 P<sub>66</sub> = 32.5        
 P<sub>67</sub> = 33.0        
 P<sub>68</sub> = 33.5        
 P<sub>69</sub> = 34.0        
 P<sub>70</sub> = 34.5        
 P<sub>71</sub> = 35.0        
 P<sub>72</sub> = 35.5        
 P<sub>73</sub> = 36.0        
 P<sub>74</sub> = 36.5        
 P<sub>75</sub> = 37.0        
 P<sub>76</sub> = 37.5        
 P<sub>77</sub> = 38.0        
 P<sub>78</sub> = 38.5        
 P<sub>79</sub> = 39.0        
 P<sub>80</sub> = 39.5        
 P<sub>81</sub> = 40.0        
 P<sub>82</sub> = 40.5        
 P<sub>83</sub> = 41.0        
 P<sub>84</sub> = 41.5        
 P<sub>85</sub> = 42.0        
 P<sub>86</sub> = 42.5        
 P<sub>87</sub> = 43.0        
 P<sub>88</sub> = 43.5        
 P<sub>89</sub> = 44.0        
 P<sub>90</sub> = 44.5        
 P<sub>91</sub> = 45.0        
 P<sub>92</sub> = 45.5        
 P<sub>93</sub> = 46.0        
 P<sub>94</sub> = 46.5        
 P<sub>95</sub> = 47.0        
 P<sub>96</sub> = 47.5        
 P<sub>97</sub> = 48.0        
 P<sub>98</sub> = 48.5        
 P<sub>99</sub> = 49.0        
 P<sub>100</sub> = 49.5        
 P<sub>101</sub> = 50.0        
 P<sub>102</sub> = 50.5        
 P<sub>103</sub> = 51.0        
 P<sub>104</sub> = 51.5        
 P<sub>105</sub> = 52.0        
 P<sub>106</sub> = 52.5        
 P<sub>107</sub> = 53.0        
 P<sub>108</sub> = 53.5        
 P<sub>109</sub> = 54.0        
 P<sub>110</sub> = 54.5        
 P<sub>111</sub> = 55.0        
 P<sub>112</sub> = 55.5        
 P<sub>113</sub> = 56.0        
 P<sub>114</sub> = 56.5        
 P<sub>115</sub> = 57.0        
 P<sub>116</sub> = 57.5        
 P<sub>117</sub> = 58.0        
 P<sub>118</sub> = 58.5        
 P<sub>119</sub> = 59.0        
 P<sub>120</sub> = 59.5        
 P<sub>121</sub> = 60.0        
 P<sub>122</sub> = 60.5        
 P<sub>123</sub> = 61.0        
 P<sub>124</sub> = 61.5        
 P<sub>125</sub> = 62.0        
 P<sub>126</sub> = 62.5        
 P<sub>127</sub> = 63.0        
 P<sub>128</sub> = 63.5        
 P<sub>129</sub> = 64.0        
 P<sub>130</sub> = 64.5        
 P<sub>131</sub> = 65.0        
 P<sub>132</sub> = 65.5        
 P<sub>133</sub> = 66.0        
 P<sub>134</sub> = 66.5        
 P<sub>135</sub> = 67.0        
 P<sub>136</sub> = 67.5        
 P<sub>137</sub> = 68.0        
 P<sub>138</sub> = 68.5        
 P<sub>139</sub> = 69.0        
 P<sub>140</sub> = 69.5        
 P<sub>141</sub> = 70.0        
 P<sub>142</sub> = 70.5        
 P<sub>143</sub> = 71.0        
 P<sub>144</sub> = 71.5        
 P<sub>145</sub> = 72.0        
 P<sub>146</sub> = 72.5        
 P<sub>147</sub> = 73.0        
 P<sub>148</sub> = 73.5        
 P<sub>149</sub> = 74.0        
 P<sub>150</sub> = 74.5        
 P<sub>151</sub> = 75.0        
 P<sub>152</sub> = 75.5        
 P<sub>153</sub> = 76.0        
 P<sub>154</sub> = 76.5        
 P<sub>155</sub> = 77.0        
 P<sub>156</sub> = 77.5        
 P<sub>157</sub> = 78.0        
 P<sub>158</sub> = 78.5        
 P<sub>159</sub> = 79.0        
 P<sub>160</sub> = 79.5        
 P<sub>161</sub> = 80.0        
 P<sub>162</sub> = 80.5        
 P<sub>163</sub> = 81.0        
 P<sub>164</sub> = 81.5        
 P<sub>165</sub> = 82.0        
 P<sub>166</sub> = 82.5        
 P<sub>167</sub> = 83.0        
 P<sub>168</sub> = 83.5        
 P<sub>169</sub> = 84.0        
 P<sub>170</sub> = 84.5        
 P<sub>171</sub> = 85.0        
 P<sub>172</sub> = 85.5        
 P<sub>173</sub> = 86.0        
 P<sub>174</sub> = 86.5        
 P<sub>175</sub> = 87.0        
 P<sub>176</sub> = 87.5        
 P<sub>177</sub> = 88.0        
 P<sub>178</sub> = 88.5        
 P<sub>179</sub> = 89.0        
 P<sub>180</sub> = 89.5        
 P<sub>181</sub> = 90.0        
 P<sub>182</sub> = 90.5        
 P<sub>183</sub> = 91.0        
 P<sub>184</sub> = 91.5        
 P<sub>185</sub> = 92.0        
 P<sub>186</sub> = 92.5        
 P<sub>187</sub> = 93.0        
 P<sub>188</sub> = 93.5        
 P<sub>189</sub> = 94.0        
 P<sub>190</sub> = 94.5        
 P<sub>191</sub> = 95.0        
 P<sub>192</sub> = 95.5        
 P<sub>193</sub> = 96.0        
 P<sub>194</sub> = 96.5        
 P<sub>195</sub> = 97.0        
 P<sub>196</sub> = 97.5        
 P<sub>197</sub> = 98.0        
 P<sub>198</sub> = 98.5        
 P<sub>199</sub> = 99.0        
 P<sub>200</sub> = 99.5        
 P<sub>201</sub> = 100.0        
 P<sub>202</sub> = 100.5        
 P<sub>203</sub> = 101.0        
 P<sub>204</sub> = 101.5        
 P<sub>205</sub> = 102.0        
 P<sub>206</sub> = 102.5        
 P<sub>207</sub> = 103.0        
 P<sub>208</sub> = 103.5        
 P<sub>209</sub> = 104.0        
 P<sub>210</sub> = 104.5        
 P<sub>211</sub> = 105.0        
 P<sub>212</sub> = 105.5        
 P<sub>213</sub> = 106.0        
 P<sub>214</sub> = 106.5        
 P<sub>215</sub> = 107.0        
 P<sub>216</sub> = 107.5        
 P<sub>217</sub> = 108.0        
 P<sub>218</sub> = 108.5        
 P<sub>219</sub> = 109.0        
 P<sub>220</sub> = 109.5        
 P<sub>221</sub> = 110.0        
 P<sub>222</sub> = 110.5        
 P<sub>223</sub> = 111.0        
 P<sub>224</sub> = 111.5        
 P<sub>225</sub> = 112.0        
 P<sub>226</sub> = 112.5        
 P<sub>227</sub> = 113.0        
 P<sub>228</sub> = 113.5        
 P<sub>229</sub> = 114.0        
 P<sub>230</sub> = 114.5        
 P<sub>231</sub> = 115.0        
 P<sub>232</sub> = 115.5        
 P<sub>233</sub> = 116.0        
 P<sub>234</sub> = 116.5        
 P<sub>235</sub> = 117.0        
 P<sub>236</sub> = 117.5        
 P<sub>237</sub> = 118.0        
 P<sub>238</sub> = 118.5        
 P<sub>239</sub> = 119.0        
 P<sub>240</sub> = 119.5        
 P<sub>241</sub> = 120.0        
 P<sub>242</sub> = 120.5        
 P<sub>243</sub> = 121.0        
 P<sub>244</sub> = 121.5        
 P<sub>245</sub> = 122.0        
 P<sub>246</sub> = 122.5        
 P<sub>247</sub> = 123.0        
 P<sub>248</sub> = 123.5        
 P<sub>249</sub> = 124.0        
 P<sub>250</sub> = 124.5        
 P<sub>251</sub> = 125.0        
 P<sub>252</sub> = 125.5        
 P<sub>253</sub> = 126.0        
 P<sub>254</sub> = 126.5        
 P<sub>255</sub> = 127.0        
 P<sub>256</sub> = 127.5        
 P<sub>257</sub> = 128.0        
 P<sub>258</sub> = 128.5        
 P<sub>259</sub> = 129.0        
 P<sub>260</sub> = 129.5        
 P<sub>261</sub> = 130.0        
 P<sub>262</sub> = 130.5        
 P<sub>263</sub> = 131.0        
 P<sub>264</sub> = 131.5        
 P<sub>265</sub> = 132.0        
 P<sub>266</sub> = 132.5        
 P<sub>267</sub> = 133.0        
 P<sub>268</sub> = 133.5        
 P<sub>269</sub> = 134.0        
 P<sub>270</sub> = 134.5        
 P<sub>271</sub> = 135.0        
 P<sub>272</sub> = 135.5        
 P<sub>273</sub> = 136.0        
 P<sub>274</sub> = 136.5        
 P<sub>275</sub> = 137.0        
 P<sub>276</sub> = 137.5        
 P<sub>277</sub> = 138.0        
 P<sub>278</sub> = 138.5        
 P<sub>279</sub> = 139.0        
 P<sub>280</sub> = 139.5        
 P<sub>281</sub> = 140.0        
 P<sub>282</sub> = 140.5        
 P<sub>283</sub> = 141.0        
 P<sub>284</sub> = 141.5        
 P<sub>285</sub> = 142.0        
 P<sub>286</sub> = 142.5        
 P<sub>287</sub> = 143.0        
 P<sub>288</sub> = 143.5        
 P<sub>289</sub> = 144.0        
 P<sub>290</sub> = 144.5        
 P<sub>291</sub> = 145.0        
 P<sub>292</sub> = 145.5        
 P<sub>293</sub> = 146.0        
 P<sub>294</sub> = 146.5        
 P<sub>295</sub> = 147.0        
 P<sub>296</sub> = 147.5        
 P<sub>297</sub> = 148.0        
 P<sub>298</sub> = 148.5        
 P<sub>299</sub> = 149.0        
 P<sub>300</sub> = 149.5        
 P<sub>301</sub> = 150.0        
 P<sub>302</sub> = 150.5        
 P<sub>303</sub> = 151.0        
 P<sub>304</sub> = 151.5        
 P<sub>305</sub> = 152.0        
 P<sub>306</sub> = 152.5        
 P<sub>307</sub> = 153.0        
 P<sub>308</sub> = 153.5        
 P<sub>309</sub> = 154.0        
 P<sub>310</sub> = 154.5        
 P<sub>311</sub> = 155.0        
 P<sub>312</sub> = 155.5        
 P<sub>313</sub> = 156.0        
 P<sub>314</sub> = 156.5        
 P<sub>315</sub> = 157.0        
 P<sub>316</sub> = 157.5        
 P<sub>317</sub> = 158.0        
 P<sub>318</sub> = 158.5        
 P<sub>319</sub> = 159.0        
 P<sub>320</sub> = 159.5        
 P<sub>321</sub> = 160.0        
 P<sub>322</sub> = 160.5        
 P<sub>323</sub> = 161.0        
 P<sub>324</sub> = 161.5        
 P<sub>325</sub> = 162.0        
 P<sub>326</sub> = 162.5        
 P<sub>327</sub> = 163.0        
 P<sub>328</sub> = 163.5        
 P<sub>329</sub> = 164.0        
 P<sub>330</sub> = 164.5        
 P<sub>331</sub> = 165.0        
 P<sub>332</sub> = 165.5        
 P<sub>333</sub> = 166.0        
 P<sub>334</sub> = 166.5        
 P<sub>335</sub> = 167.0        
 P<sub>336</sub> = 167.5        
 P<sub>337</sub> = 168.0        
 P<sub>338</sub> = 168.5        
 P<sub>339</sub> = 169.0        
 P<sub>340</sub> = 169.5        
 P<sub>341</sub> = 170.0        
 P<sub>342</sub> = 170.5        
 P<sub>343</sub> = 171.0        
 P<sub>344</sub> = 171.5        
 P<sub>345</sub> = 172.0        
 P<sub>346</sub> = 172.5        
 P<sub>347</sub> = 173.0        
 P<sub>348</sub> = 173.5        
 P<sub>349</sub> = 174.0        
 P<sub>350</sub> = 174.5        
 P<sub>351</sub> = 175.0        
 P<sub>352</sub> = 175.5        
 P<sub>353</sub> = 176.0        
 P<sub>354</sub> = 176.5        
 P<sub>355</sub> = 177.0        
 P<sub>356</sub> = 177.5        
 P<sub>357</sub> = 178.0        
 P<sub>358</sub> = 178.5        
 P<sub>359</sub> = 179.0        
 P<sub>360</sub> = 179.5        
 P<sub>361</sub> = 180.0        
 P<sub>362</sub> = 180.5        
 P<sub>363</sub> = 181.0        
 P<sub>364</sub> = 181.5        
 P<sub>365</sub> = 182.0        
 P<sub>366</sub> = 182.5        
 P<sub>367</sub> = 183.0        
 P<sub>368</sub> = 183.5        
 P<sub>369</sub> = 184.0        
 P<sub>370</sub> = 184.5        
 P<sub>371</sub> = 185.0        
 P<sub>372</sub> = 185.5        
 P<sub>373</sub> = 186.0        
 P<sub>374</sub> = 186.5        
 P<sub>375</sub> = 187.0        
 P<sub>376</sub> = 187.5        
 P<sub>377</sub> = 188.0        
 P<sub>378</sub> = 188.5        
 P<sub>379</sub> = 189.0        
 P<sub>380</sub> = 189.5        
 P<sub>381</sub> = 190.0        
 P<sub>382</sub> = 190.5        
 P<sub>383</sub> = 191.0        
 P<sub>384</sub> = 191.5        
 P<sub>385</sub> = 192.0        
 P<sub>386</sub> = 192.5        
 P<sub>387</sub> = 193.0        
 P<sub>388</sub> = 193.5        
 P<sub>389</sub> = 194.0        
 P<sub>390</sub> = 194.5        
 P<sub>391</sub> = 195.0        
 P<sub>392</sub> = 195.5        
 P<sub>393</sub> = 196.0        
 P<sub>394</sub> = 196.5        
 P<sub>395</sub> = 197.0        
 P<sub>396</sub> = 197.5        
 P<sub>397</sub> = 198.0        
 P<sub>398</sub> = 198.5        
 P<sub>399</sub> = 199.0        
 P<sub>400</sub> = 199.5        
 P<sub>401</sub> = 200.0        
 P<sub>402</sub> = 200.5        
 P<sub>403</sub> = 201.0        
 P<sub>404</sub> = 201.5        
 P<sub>405</sub> = 202.0        
 P<sub>406</sub> = 202.5        
 P<sub>407</sub> = 203.0        
 P<sub>408</sub> = 203.5        
 P<sub>409</sub> = 204.0        
 P<sub>410</sub> = 204.5        
 P<sub>411</sub> = 205.0        
 P<sub>412</sub> = 205.5        
 P<sub>413</sub> = 206.0        
 P<sub>414</sub> = 206.5        
 P<sub>415</sub> = 207.0        
 P<sub>416</sub> = 207.5        
 P<sub>417</sub> = 208.0        
 P<sub>418</sub> = 208.5        
 P<sub>419</sub> = 209.0        
 P<sub>420</sub> = 209.5        
 P<sub>421</sub> = 210.0        
 P<sub>422</sub> = 210.5        
 P<sub>423</sub> = 211.0        
 P<sub>424</sub> = 211.5        
 P<sub>425</sub> = 212.0        
 P<sub>426</sub> = 212.5        
 P<sub>427</sub> = 213.0        
 P<sub>428</sub> = 213.5        
 P<sub>429</sub> = 214.0        
 P<sub>430</sub> = 214.5        
 P<sub>431</sub> = 215.0        
 P<sub>432</sub> = 215.5        
 P<sub>433</sub> = 216.0        
 P<sub>434</sub> = 216.5        
 P<sub>435</sub> = 217.0        
 P<sub>436</sub> = 217.5        
 P<sub>437</sub> = 218.0        
 P<sub>438</sub> = 218.5        
 P<sub>439</sub> = 219.0        
 P<sub>440</sub> = 219.5        
 P<sub>441</sub> = 220.0        
 P<sub>442</sub> = 220.5        
 P<sub>443</sub> = 221.0        
 P<sub>444</sub> = 221.5        
 P<sub>445</sub> = 222.0        
 P<sub>446</sub> = 222.5        
 P<sub>447</sub> = 223.0        
 P<sub>448</sub> = 223.5        
 P<sub>449</sub> = 224.0        
 P<sub>450</sub> = 224.5        
 P<sub>451</sub> = 225.0        
 P<sub>452</sub> = 225.5        
 P<sub>453</sub> = 226.0        
 P<sub>454</sub> = 226.5        
 P<sub>455</sub> = 227.0        
 P<sub>456</sub> = 227.5        
 P<sub>457</sub> = 228.0        
 P<sub>458</sub> = 228.5        
 P<sub>459</sub> = 229.0        
 P<sub>460</sub> = 229.5        
 P<sub>461</sub> = 230.0        
 P<sub>462</sub> = 230.5        
 P<sub>463</sub> = 231.0        
 P<sub>464</sub> = 231.5        
 P<sub>465</sub> = 232.0        
 P<sub>466</sub> = 232.5        
 P<sub>467</sub> = 233.0        
 P<sub>468</sub> = 233.5        
 P<sub>469</sub> = 234.0        
 P<sub>470</sub> = 234.5        
 P<sub>471</sub> = 235.0        
 P<sub>472</sub> = 235.5        
 P<sub>473</sub> = 236.0        
 P<sub>474</sub> = 236.5        
 P<sub>475</sub> = 237.0        
 P<sub>476</sub> = 237.5        
 P<sub>477</sub> = 238.0        
 P<sub>478</sub> = 238.5        
 P<sub>479</sub> = 239.0        
 P<sub>480</sub> = 239.5        
 P<sub>481</sub> = 240.0        
 P<sub>482</sub> = 240.5        
 P<sub>483</sub> = 241.0        
 P<sub>484</sub> = 241.5        
 P<sub>485</sub> = 242.0        
 P<sub>486</sub> = 242.5        
 P<sub>487</sub> = 243.0        
 P<sub>488</sub> = 243.5        
 P<sub>489</sub> = 244.0        
 P<sub>490</sub> = 244.5        
 P<sub>491</sub> = 245.0        
 P<sub>492</sub> = 245.5        
 P<sub>493</sub> = 246.0        
 P<sub>494</sub> = 246.5        
 P<sub>495</sub> = 247.0        
 P<sub>496</sub> = 247.5        
 P<sub>497</sub> = 248.0        
 P<sub>498</sub> = 248.5        
 P<sub>499</sub> = 249.0        
 P<sub>500</sub> = 249.5        
 P<sub>501</sub> = 250.0        
 P<sub>502</sub> = 250.5        
 P<sub>503</sub> = 251.0        
 P<sub>504</sub> = 251.5        
 P<sub>505</sub> = 252.0        
 P<sub>506</sub> = 252.5        
 P<sub>507</sub> = 253.0        
 P<sub>508</sub> = 253.5        
 P<sub>509</sub> = 254.0        
 P<sub>510</sub> = 254.5        
 P<sub>511</sub> = 255.0        
 P<sub>512</sub> = 255.5        
 P<sub>513</sub> = 256.0        
 P<sub>514</sub> = 256.5        
 P<sub>515</sub> = 257.0        
 P<sub>516</sub> = 257.5        
 P<sub>517</sub> = 258.0        
 P<sub>518</sub> = 258.5        
 P<sub>519</sub> = 259.0        
 P<sub>520</sub> = 259.5        
 P<sub>521</sub> = 260.0        
 P<sub>522</sub> = 260.5        
 P<sub>523</sub> = 261.0        
 P<sub>524</sub> = 261.5



ESTADO: \_\_\_\_\_ FECHA DE COLEGIO: \_\_\_\_\_

DATOS:   
 TIPO DE CEMENTO: OPORTO   
 TIPO DE AGUA: AGUA   
 TIPO DE ARENA: OPORTO   
 TIPO DE REVENIMIENTO: OPORTO   
 NOTAS: CEM. OPORTO   
AGUA - 2.11%   
P.P.   
GRAVA 2.1%

TABLA DE CALCULO

V <sub>1</sub>	=	2.00	=	3.15	=	6.45	kg	P <sub>1</sub>	=	2.54	x	2.148	=	5.45	kg
V <sub>2</sub>	=	2.15	=	3.15	=	6.75	kg	P <sub>2</sub>	=	2.17	x	2.148	=	4.66	kg
V <sub>3</sub>	=	2.00	=	3.15	=	6.45	kg	P <sub>3</sub>	=	2.11	x	2.148	=	4.53	kg
V <sub>4</sub>	=	2.22	=	3.15	=	7.00	kg								
V <sub>5</sub>	=	2.22	=	3.15	=	7.00	kg								
PROPORCIÓN BASE 1.000 3.276 3.484 6.55															

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	12.542					12.542	13.592
3.276	37.089					37.089	40.889
3.484	43.523					43.523	49.923
6.55	6.895					6.895	6.895
8.005	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO	<u>L.C.</u>	CE	<u>AGUA</u>	ADIC		
COHESION	<u>BUENA</u>	50	<u>0.152</u>			
REVENIMIENTO	<u>11</u> cm.	100	<u>0.304</u>			
FLUIDEZ		200	<u>0.608</u>			
a/c	<u>0.702</u>	300	<u>0.912</u>	+		
CEMENTO AGUA		400	<u>1.216</u>			
%		500	<u>1.520</u>	+		
		1000	<u>3.040</u>			
		P.V.	<u>3.364</u>	kg	<u>3</u>	

DATOS: NOTAS:  
 F2 = 250 CONTENEDOR: CONTENIDO: 2500 = 250 x 10  
 CUBO = 0.250 CEMENTO = 2.000 kg/m<sup>3</sup>  
 g/c = 1.377  
 TIPO DE CUBO: EN CALABAZA ARENA: 2.498 GRAVA: 3.70  
 FUNDADO MAXIMO: 1.000 REVENIMIENTO: 1.000

**TABLA DE CALCULO**

$V_c = 1.000$	$= 1.000$	$= 1.000$	$= 1.000$	$V_{gr} = 1.377 \times 2.70 = 3.723$	$V_{gr} = 1.377 \times 3.70 = 5.106$
$V_{gr} = 3.500 \times 0.466 = 1.631$				$V_{gr} = 1.377 \times 2.498 = 3.441$	$V_{gr} = 1.377 \times 3.498 = 4.814$
$V_{gr} = 1.000 \times 0.466 = 0.466$					
$V_{gr} = 2.539 \div 2.498 = 1.016$					
$V_{gr} = 1.377 \div 2.70 = 0.510$					
PROPORCIÓN BASE	1.000	2.938	2.998	8.046	

**CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN**

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCIÓN		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	14.769					14.769	17.869
2.998	35.268					35.268	39.038
2.917	43.080					43.080	49.980
0.466	6.882					6.882	6.882
6.771	100.00						

**MEDICIONES:**

ASPECTO	<u>1. GRANULAR</u>	CE	AGUA	ADIC		
COHESION	<u>BUENA</u>	50	0.126	+		
REVENIMIENTO	<u>9.5</u> cm.	100	0.251			
FLUIDEZ	_____ %	200	0.502			
a/c	<u>0.589</u>	300	0.753			
CEMENTO AGUA	_____	400	1.004	+		
"	_____	500	1.255	+		
"	_____	1000	2.510			
		P.V.	2.342	kg/m <sup>3</sup>		

DATOS:  
 FECHA: 200 CONSUMOS: 0.418 CEMENTO: 3.023 kg/m<sup>3</sup> ADITIVOS: 0.10 NOTAS: NO BOMBABLES  
1.373 0.418 3.023 0.10 0.418 1.373  
1.1 0.418 3.023 0.10 0.418 1.373  
 TIPO DE CEM: OP. 2. ADHESIC ARENA: 2.48 GRAVA: 2.70  
 TAMAÑO MÁXIMO: 20 mm. REVENIMIENTO: 10 mm.

TABLA DE CÁLCULO:  
 $V_{ce} = 2.75 \div 3.15 = 0.87$   $V_{gr} = 2.75 \div 2.48 = 1.11$   $P_{gr} = 100 \times 2.75 \times 0.10 = 27.5$   $P_{ce} = 100 \times 2.75 \times 0.10 = 27.5$   
 $V_{ce} = 1000 \times 0.01 = 10$   $P_{gr} = 1073 \times 0.01 = 10.73$   
 $V_{gr} = 1073 \div 2.48 = 430.28$   $P_{ce} = 1073 \times 0.01 = 10.73$   
 $V_{ce} = 1073 \div 3.15 = 340.64$   $P_{gr} = 1073 \times 0.01 = 10.73$   
 PROPORCIÓN BASE: 1.000 : 3.023 : 0.10 : 0.418

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION:  

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	16.603					16.603	20.403
2.025	33.621					33.621	37.321
2.580	42.835					42.835	49.235
0.418	6.940					6.940	6.940
6.023	100.00						

MEDICIONES:  
 ASPECTO: 2. GRAVADO  
 COHESION: BUENA  
 REVENIMIENTO: 10 cm.  
 FLUIDEZ: \_\_\_\_\_ %  
 CEMENTO AGUA: 0.537 %  
 P.V. = 2335 kg/m<sup>3</sup>

CE	AGUA	ADIC
50	0.110	
100	0.219	+
200	0.438	
300	0.657	
400	0.876	
500	1.095	
1000	2.190	+

DATOS:  
 P = 3.20 CARGA: AOTIVA  
 W/A = 0.33 CEMENTO = 455 kg/m<sup>3</sup>  
 W = 1.33  
 W = 0.33  
 OFICINA: D. I. A. M. A. R. AREA: 2.79 GRAVA: 2.25  
 TAMAÑO MÁXIMO: 20 mm REVENIMIENTO: 10 cm

TABLA DE CÁLCULO

V <sub>c</sub> = 350 x 2.79 = 971.5 lts	V <sub>g</sub> = 350 x 0.33 = 115.5 "	V <sub>g</sub> = 1000 x 0.01 = 10 "	V <sub>gr</sub> = 76.2 = 2.79 x 27.3 = 76.2 "	V <sub>gr</sub> = 1000 - 2.79 = 997.21 "	1000 lts
PROPORCIÓN BASE					

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCIÓN		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg	%	kg		
1.000	19.033					19.033	22.833
1.615	31.280					31.280	35.280
2.317	42.196					42.196	48.596
0.362	6.890					6.890	6.890
S. 254	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO	1. GRASUDO	CE	AGUA	ADIC			
COHESION	BUENA	50	0.093				
REVENIMIENTO	9.0 cm	100	0.186	+			
FLUIDEZ	%	200	0.372				
aire	0.428	300	0.558				
CEMENTO AGUA	%	400	0.744				
		500	0.930	+			
		1000	1.860	+			
		PV = 2328	cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>				

166

DATOS:

$f_c = 120$  CONSUMOS: CEMENTO = 265 kg/m<sup>3</sup> ADITIVOS: NOTAS: MR. BOMBADEBLE

W/C = 0.641 AGUA = 170 L/m<sup>3</sup> P.E. = 2.2

W = 49 % TIPO DE CEM.: N.I. ANA HUAC ARENA = 2.48 GRAVA = 2.70

TAMAÑO MÁXIMO = 20 mm. REVENIMIENTO = 14 cm

TABLA DE CÁLCULO

$V_c = 265 \div 3.15 = 84$	lt	$P_{ar} = 736 \times 2.48 \times 1.70 = 2933$	kg	
$V_{ag} = 170 \div 1.041 = 163$	"	$1091 \times 2.48 \div 1.70 = 157$	kg	
$V_{ar} = 1000 \times 0.21 = 210$	"	$P_{gr} = 1091 \times 2.70 = 2946$	kg	
$V_{gr} = 283 \div 2.48 = 114$	"			
$V_{gr} = 271 \div 2.70 = 100$	"			
	2000		lt	
PROPORCIÓN BASE	1.000	3.521	3.664	0.641

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	11.330					11.330	14.430
3.521	39.893					39.893	43.683
3.664	41.514					41.514	47.914
0.641	7.263					7.263	7.263
8.826	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO	BUENO	CE	AGUA	ADIC			
COHESION	BUENA	50	0.171	+			
REVENIMIENTO	14 cm.	100	0.342	+			
FLUIDEZ	%	200	0.684				
aire	0.792	300	1.026				
CEMENTO AGUA	±	400	1.368				
%		500	1.710	+			
		1000	3.420				
		P.V. =	2307	kg/m <sup>3</sup>			

DATOS:

Tipo = 300 CONSUMOS: 305 ACHIVOS: 305 NOTAS: NO BALANCEADO  
 w/c = 0.551 CEMENTO = 305 kg/m<sup>3</sup>  
 g/a = 1.711 170 118  
 r = 1.4 2.2  
 TIPO DE CEM: A.I. ANARVIC ARENA 2.48 GRAVA 2.70  
 TAMAÑO MÁXIMO 3.75 mm. REVENIMIENTO 1.3 cm

TABLA DE CÁLCULO

V <sub>ce</sub>	=	305	1.3	1.5	=	97.125	P <sub>ce</sub>	=	305	1.4	1.2	=	426.60
V <sub>g</sub>	=	305	1.3	0.551	=	170	P <sub>g</sub>	=	170	1.4	1.2	=	272.40
V <sub>ar</sub>	=	1000	1	0	=	1000	P <sub>ar</sub>	=	1000	1.4	1.2	=	1400.00
V <sub>gr</sub>	=	876	1	0	=	876							
V <sub>gr</sub>	=	1051	1	0	=	1051							
PROPORCIÓN BASE		1.000	2.108	3.446	0.551								

CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN

PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCIÓN		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	12.768					12.768	16.068
2.708	35.118					35.118	38.418
3.446	44.689					44.689	51.089
0.551	7.223					7.223	7.223
7.711	100.00						

MEDICIONES:

ASPECTO L. CRAYUDO  
 COHESIÓN BUENA  
 REVENIMIENTO 1.3 cm.  
 FLUIDEZ 0.678 %  
 CEMENTO AGUA 0.678 %  
 CEMENTO AGUA 0.678 %

CE	AGUA	ADIC
50	0.196	
100	0.292	+
200	0.584	
300	0.876	
400	1.168	
500	1.460	+
1000	2.920	
P.V. = 23.26 kg/m <sup>3</sup>		

ESTUDIO

No.

FECHA DE ELABOR

163

DATOS:			
Tipo = 2.20	CAPESADOS:	ADITIVOS:	NOTAS:
W/C = 2.466	CEMENTO = 18.5 kg/m <sup>3</sup>		NO BULGOSAS
W/A = 1.325			AGUA = 1.325 l/m <sup>3</sup>
W = 2.3			R. O.
TIPO DE CEN: F. N. S. M. A. S. E.	ARENA = 7.48	GRAVA = 2.20	
TAMBIÑO MÁXIMO = 20 mm.	REVENIMIENTO = 14		

TASLA DE CALCULO							
V <sub>c</sub> =	3.65	÷	3.215	=	1.138	P <sub>gr</sub> =	2.048 × 2.48 × 2.20 = 7.89 kg
V <sub>gr</sub> =	3.65	×	0.466	=	1.70		1.823 × 2.48 + 2.20
V <sub>ar</sub> =	100	×	0.01	=	1.0	P <sub>gr</sub> =	1.325 × 7.48 = 9.89 kg
V <sub>ac</sub> =	7.87	÷	2.48	=	3.17		
V <sub>cc</sub> =	10.42	÷	2.70	=	3.86		
				=	10.00		
PROPORCION BASE	1.000	:	2.156	:	2.457	:	0.466

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION							
PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	15.434					15.434	18.534
2.156	33.276					33.276	37.076
2.857	44.095					44.095	50.495
0.466	7.192					7.192	7.192
6.479	100.00						

MEDICIONES:		CE	AGUA	ADIC.			
ASPECTO	L. GRAVADO	50	0.120				
COHESION	BUENA	100	0.239				
REVENIMIENTO	13.0 cm.	200	0.478	+			
FLUIDEZ	%	300	0.717				
a-cc	0.615	400	0.956				
CEMENTO AGUA		500	1.195	+			
		600	1.434	+			
		1000	2.390				
		P.V. =	2.328	kg/m <sup>3</sup>			



ESTUDIO

No.

FECHA DE COLADO

170

DATOS			
Fc = 3.50	CONCRETO:	AGUAS:	NOTAS:
Wc = 0.358	CEMENTO = 473 kg/m <sup>3</sup>		NO HAY ESPALDICE
W/a = 1.437			1493.7 (1.437 x 1030)
W = 51 %			2.92
TIPO DE CEM: I N. A. M. S. C.	ARENA = 2.43	GRAVA = 3.70	
TAMANO MAXIMO = 20 mm	REVESTIMIENTO = 14		

TABLA DE CALCULO							
V <sub>c</sub> =	4.23	=	3.115	=	1.211	lt	D <sub>ad</sub> = 0.87 x 2.43 x 2.70 = 5.74 kg
V <sub>ag</sub> =	1.75 x 0.358	=	0.626	=	1.70	"	1.437 x 2.43 x 2.70 = 9.48 kg
V <sub>gr</sub> =	1000 x 0.01	=	10	=	10	"	D <sub>gr</sub> = 2.43 x 1.437 = 3.49 kg
V <sub>ad</sub> =	7.19	=	2.43	=	2.43	"	
V <sub>ac</sub> =	1.222	=	1.22	=	3.01	"	
					0.00	"	
PROPORCION BASE	1.000	:	1.503	:	2.164	:	2.035

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION							
PROP. BASE	PESO DE MATERIALES	HUMEDAD		ABSORCION		PESOS NETOS	PESOS BRUTOS
		%	kg.	%	kg.		
1.000	19.900					19.900	23.000
1.503	29.910					29.910	33.710
2.164	43.063					43.063	49.463
0.358	7.124					7.124	7.124
5.025	100.00						

MEDICIONES:		CE	AGUA	ADIC.			
ASPECTO	BUENO	50	0.098				
COHESION	BUENA	100	0.176				
REVENIMIENTO	13.0 cm.	200	0.352				
FLUIDEZ	%	300	0.528				
W.CE	0.480	400	0.704	+			
CEMENTO AGUA *		500	0.880	+			
		600	1.056				
		1000	1.760	+			
		P.V. =	2321	kg/m <sup>3</sup>			

### 5.3.- ESTUDIO DE EFICIENCIA DE ADITIVOS

En la actualidad los aditivos tienen un lugar importante dentro de la industria del concreto premezclado, por lo que es necesario el conocimiento de ellos, y lo que es fundamental, conocer el mejoramiento que se puede obtener en las características del concreto mediante el uso de los mismos.

Lo anterior se realiza haciendo investigación en los laboratorios de control de calidad de concreto, mediante el ensaye de los aditivos en mezclas de prueba.

Este método de investigación se aplica a un caso de eficiencia de aditivos, siendo el objetivo la comparación de aditivos clasificados según la ASTM-C-494 como tipo "A" o sea, -- aditivos reductores de agua.

El desarrollo del estudio consistió en elaborar mezclas de prueba con diferentes consumos de cemento, a las cuales se dosifica el aditivo respectivo y se comparan los resultados obtenidos respecto a una mezcla "testigo" la cual no tiene la inclusión de ningún aditivo.

Se elaboraron 3 mezclas de prueba para cada consumo de cemento, cada una con el mismo proporcionamiento de materiales, de las cuales:

+ Primera mezcla.- mezcla testigo, en la cual no se añade ningún aditivo.

+ Segunda mezcla.- llevará la inclusión de un aditivo (aditivo 1)

+ Tercera mezcla.- llevará la inclusión de otro aditivo (aditivo 2)

Es necesario que la realización de las 3 mezclas de prueba se lleven al cabo el mismo día y de preferencia en un lugar donde los materiales a usar no pierdan humedad rápidamente y que provengan de un mismo lote cada uno de ellos. Todo esto se realiza para que los resultados obtenidos cumplan con igualdad de condiciones de prueba y se pueda hacer un análisis





INVESTIGACION  
GEOLOGICA TECNICA

COMUNIDAD: AGRICULTORES  
 AREA: BOGOTÁ (2.38)  
 GRAYA: ANDÉSICA (2.38)  
 ACTIVO: TIPO 1 TIPO 2  
 DISTRIBUCION: 7.00

ESTUDIO: SELECCION DE AGRIANAS  
 FECHA: 11/02/83

DATOS DE PROYECTO				MEDICIONES				EDAD DE PROYECTO		OBSERVACIONES
No. CONTROL	F.M.A. cm	REV. cm	RESIST. A COMPRESION MPa	AREA cm <sup>2</sup>	% AREA	REV. COT. cm	T	Z		
SP-1	20	13	300	0.385	42	9.0	197	290	225 VOLUMETRICO	
SP-2	20	14	300	0.393	42	9.6	253	277	110% 211 "	
SP-3	20	10	340	0.383	42	9.0	223	312	115% 219 "	
SP-4	20	10	300	0.382	42	10.0	267	263	212 "	
									TIPO 1	
									TIPO 2	
INDIC.				DISTRIBUCION DE LAS AGRIANAS		SISTEMA DE LAS AGRIANAS		Gr. de Tens. de la		
GRAYA				LAPIDARIA		LAPIDARIA		SISTEMA DE LAS AGRIANAS		

INVESTIGACION  
GEOLOGICA TECNICA

FORMAS DE  
AGRIANAS

COMUNIDAD: AGRICULTORES  
 AREA: ANDÉSICA (2.38)  
 GRAYA: ANDÉSICA (2.38)  
 ACTIVO: TIPO 1 TIPO 2  
 DISTRIBUCION: 4.00 7.00

ESTUDIO: SELECCION DE AGRIANAS  
 FECHA: 13/02/83

DATOS DE PROYECTO				MEDICIONES				EDAD DE PROYECTO		OBSERVACIONES
No. CONTROL	F.M.A. cm	REV. cm	RESIST. A COMPRESION MPa	AREA cm <sup>2</sup>	% AREA	REV. COT. cm	T	Z		
SP-5	20	10	350	0.517	40	10.5	252	282	2195 kg/m <sup>3</sup>	
SP-6	20	10	350	0.517	40	9.9	280	330	119% 211 "	
SP-7	20	10	350	0.517	40	9.0	321	317	132% 211 "	
									TIPO 1	
									TIPO 2	

FALLA DE ORIGEN

ESTADO DE  
FECHA

INDICACIONES  
MUESTRA No. L-18  
MUESTRA No. J-18  
MUESTRA No. G-18  
MUESTRA No. A-18  
MUESTRA No. B-18  
MUESTRA No. C-18  
MUESTRA No. D-18  
MUESTRA No. E-18  
MUESTRA No. F-18  
MUESTRA No. H-18  
MUESTRA No. I-18  
MUESTRA No. K-18  
MUESTRA No. L-18  
MUESTRA No. M-18  
MUESTRA No. N-18  
MUESTRA No. O-18  
MUESTRA No. P-18  
MUESTRA No. Q-18  
MUESTRA No. R-18  
MUESTRA No. S-18  
MUESTRA No. T-18  
MUESTRA No. U-18  
MUESTRA No. V-18  
MUESTRA No. W-18  
MUESTRA No. X-18  
MUESTRA No. Y-18  
MUESTRA No. Z-18

DATOS DE LA MUESTRA				MUESTRO				ANÁLISIS				OBSERVACIONES		
NO. MUESTRA	TAMAÑO (cm)	EDAD (días)	TIPO DE MUESTRA	NO. DE MUESTROS	AREA (cm <sup>2</sup> )	% HUMEDAD	RES. COMP. (kg/cm <sup>2</sup> )	RES. TRAF. (kg/cm <sup>2</sup> )	RES. COMP. (kg/cm <sup>2</sup> )	RES. TRAF. (kg/cm <sup>2</sup> )	RES. COMP. (%)	RES. TRAF. (%)	RES. COMP. (kg/cm <sup>3</sup> )	RES. TRAF. (kg/cm <sup>3</sup> )
32-8	20	10		400	40	9.5	172	377	172	377	172	377	2173	2173
32-9	20	10		400	40	9.5	172	377	172	377	172	377	2173	2173
32-10	20	10		400	40	10.5	172	377	172	377	172	377	2173	2173
												<input checked="" type="checkbox"/> TIPO 1	<input type="checkbox"/> TIPO 2	
MUESTRO				ENCARGADO DE LA MUESTRA				SUPERVISOR DE LOS TRABAJOS				SEÑAL DE TÉCNICA		
FECHA				ESTADO				MATERIAL AUTOCARGADO						

INVESTIGACION  
GENÉRICA TÉCNICA

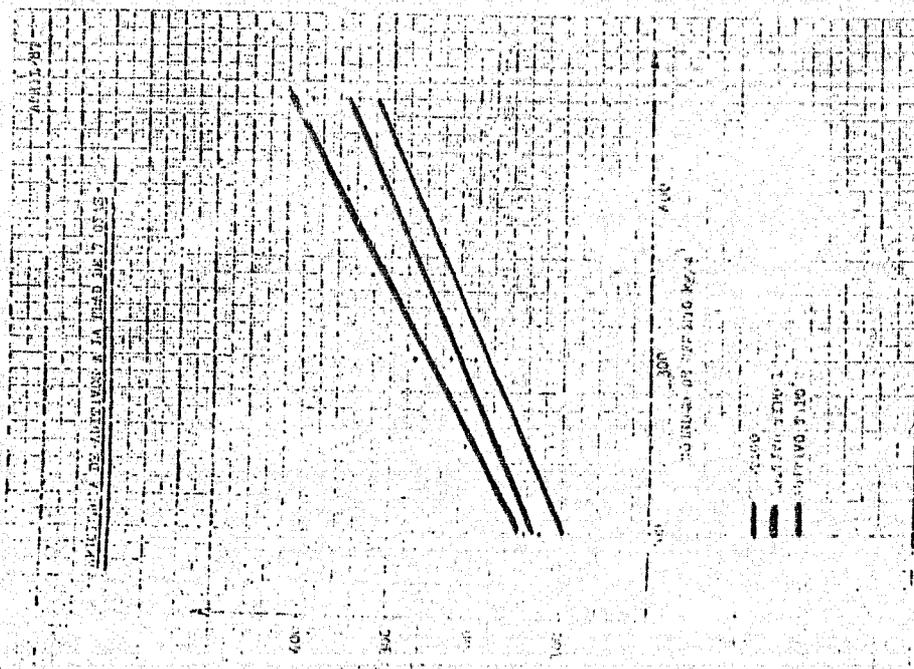
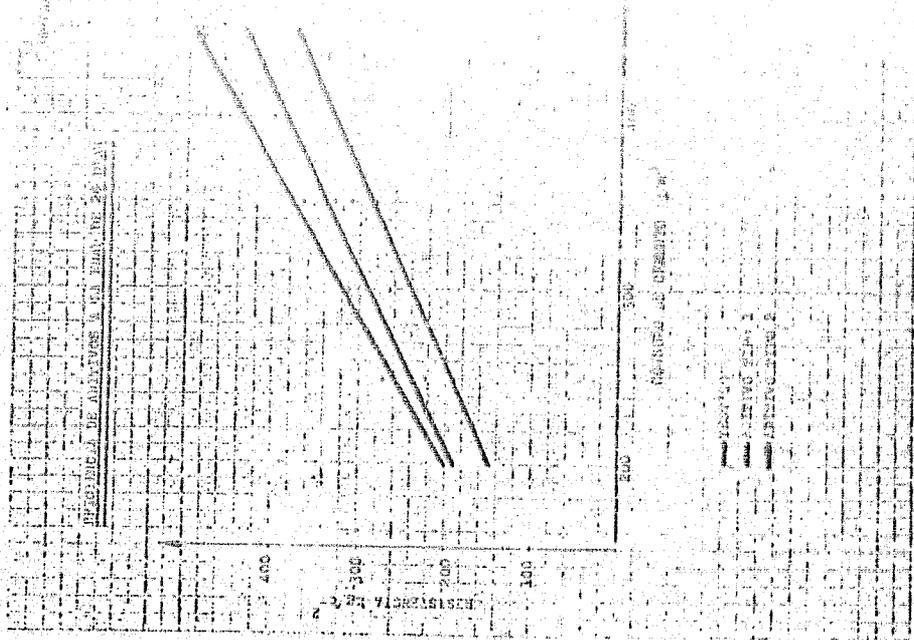
MUESTRA No. L-18  
MUESTRA No. J-18

CEMENTO ANDÉSITICA (2.42)  
ARENA ANDÉSITICA (2.42)  
GRAVA ANDÉSITICA (2.42)  
AGUAS TIPO 1 TIPO 2  
DENSIFICACION 4.000 2.300

ESTADO RECEPCION DE MATERIA  
FECHA 20/02/51

DATOS DE LA MUESTRA			MUESTRO				ANÁLISIS				OBSERVACIONES		
NO. MUESTRA	TAMAÑO (cm)	EDAD (días)	NO. DE MUESTROS	AREA (cm <sup>2</sup> )	% HUMEDAD	RES. COMP. (kg/cm <sup>2</sup> )	RES. TRAF. (kg/cm <sup>2</sup> )	RES. COMP. (kg/cm <sup>2</sup> )	RES. TRAF. (kg/cm <sup>2</sup> )	RES. COMP. (%)	RES. TRAF. (%)	RES. COMP. (kg/cm <sup>3</sup> )	RES. TRAF. (kg/cm <sup>3</sup> )
32-17	20	10	450	45	19	10.5	318	378	318	378	318	378	2200
32-18	20	10	450	45	19	10.5	318	378	318	378	318	378	2214
32-19	20	10	450	45	20	12.0	323	383	323	383	323	383	2214
												<input checked="" type="checkbox"/> TIPO 1	<input type="checkbox"/> TIPO 2

FALLA DE ORIGEN



FRANCO

5.4. - CARACTERISTICAS DE LOS ADITIVOS.

La ASTM, en su designación C 121, establece como definición de aditivo, la siguiente:

Aditivo.- es un material distinto del agua, agregados y cemento hidráulico que se usa como ingrediente en el concreto o mortero y se añade a la batchada inmediatamente antes o durante su mezclado.

Con el uso de un aditivo, se busca modificar u obtener características específicas en el concreto o en su comportamiento, ya sea en su estado plástico o endurecido.

Las características que se buscan obtener al emplear un aditivo son - entre otras - las siguientes:

- \* Impartir al concreto características como serían, color, mayor resistencia a la compresión, repelencia al agua, etc..
- \* Modificar algunas de las características normales en el concreto para hacerlo mas adecuado a las condiciones de la obra o bien para permitir el uso de procedimientos constructivos más prácticos o más económicos (retardo o aceleramiento del fraguado, etc.)
- \* Obtener las características normales del concreto en forma más económica (obtener una cierta resistencia a la compresión con menores consumos de cemento, proporcionar una mayor trabajabilidad con el mismo contenido de agua, etc..

### 5.5.- TIPOS DE ADITIVOS.

La especificación standard C-194 de ASTM "Aditivos químicos para concreto", clasifica a los aditivos según su función en 5 tipos:

Tipo "A"	aditivos reductores de agua.
Tipo "B"	" retardadores.
Tipo "C"	" acelerantes.
Tipo "D"	" reductores de agua y retardantes
Tipo "E"	" reductores de agua y acelerantes.

#### Reductores de agua.

Los aditivos reductores de agua son aquellos que añadidos a una mezcla inicial, incrementan notablemente su trabajabilidad sin necesidad de adicionar más agua.

Lo anterior permite que de no ser necesaria o deseable esta trabajabilidad adicional, puede reducirse el agua original.

El uso de un reductor de agua puede aprovecharse de varias maneras:

+ Puede incrementarse la trabajabilidad de una mezcla de concreto, sin necesidad de añadir más agua, cuyo contenido máximo este limitado por especificaciones o bien pudiera resultar indeseable.

+ Puede reducirse la relación A/C en una mezcla de concreto, sin reducir su trabajabilidad y sin necesidad de aumentar el contenido de cemento, con lo que mejoraría su resistencia a la compresión a todas edades.

La gran mayoría de los aditivos conocidos como fluidificantes, plastificantes o los aditivos de fraguado normal son precisamente los antes mencionados como reductores de agua.

Reductores de agua y retardantes.

Reductores de agua y acelerantes.

pensará después de los 14 días, pudiendo en algunos casos inclusive superar a la obtenida en concretos de fraguado normal.

Una precaución importante que debe tomarse en cuenta -- cuando se utiliza un retardador en clima caluroso, especialmente cuando se combina con humedad relativa baja y vientos rasantés, es prevenir una excesiva evaporación de agua del concreto fresco, ya que existe la posibilidad de que se presenten grietas por contracción plástica.

#### Acceleración.

+ Posibilidad de compensar el tiempo de fraguado extendido en condiciones de temperatura ambiente baja, especialmente -- donde esto produzca retrasos importantes en las operaciones de acabado, por ejemplo en losas de concreto y pavimentos.

+ Posibilidad de reducir los ciclos de producción de elementos precolados, permitiendo un uso más eficiente de los moldes.

+ Dado que los acelerantes <sup>o</sup> al modifican, aumentandola, la velocidad de adquisición de resistencia del concreto, además de la velocidad de endurecimiento, su uso permite quitar la cimbra o poner en servicio la construcción más rápido.

Su uso no elimina la necesidad de proteger al concreto de los efectos de temperaturas bajas, especialmente a edades tempranas y por otra parte, su uso en climas cálidos puede resultar en una evolución muy rápida del calor de hidratación, fraguado rápido y agrietamiento por contracción.

Otro tipo de aditivo y no menos importante que los anteriores es:

#### Aditivo inclusor de aire.

Es un aditivo para cemento hidráulico o un aditivo para concreto o mortero, que origina aire en el concreto o mortero, usualmente en pequeñas cantidades en forma de burbujas --

A través de cambios en sus formulaciones básicas, los aditivos reductores de agua pueden adaptarse para modificar la velocidad de endurecimiento del concreto (fraguado), ya sea retardándola o acelerándola con respecto a la de un concreto normal, prácticamente a voluntad, permitiendo así el reducir o eliminar los inconvenientes que pudieran resultar de tiempos de fraguado inadecuado, causados por ejemplo, por temperatura ambiente muy alta o muy baja.

Desde luego, todas las propiedades o ventajas mencionadas para los reductores de agua, se conservan, siendo adicionales las relativas al retardo o aceleración del fraguado, que son:

- \* Posibilidad de compensar la disminución del tiempo disponible para el manejo y colocación del concreto, especialmente bajo condiciones de temperatura ambiente y/o del concreto elevadas, donde el tiempo de fraguado se ve severamente reducido.
- \* Posibilidad de mantener el concreto en estado plástico por mayor tiempo, de especial interés en colados masivos o especialmente complicados, con lo que se reducen o eliminan las posibilidades de existencia de juntas frías o discontinuidad del elemento colado.
- \* Posibilidad de ampliar el tiempo de fraguado del concreto, necesario en operaciones dilatadas o donde el transporte del concreto requiere de mayor tiempo del usual.

Es importante mencionar que existe la idea en general tal vez por contraposición con los acelerantes de que el uso de un retardador también disminuye la velocidad de adquisición de resistencia del concreto, sin embargo, en general los reductores de agua y retardadores, usados en sus dosificaciones normales, actúan básicamente sobre la velocidad de endurecimiento, pero una vez fraguado, el concreto adquiere su resistencia a la velocidad normal a todas las edades.

A dosificaciones mayores, la resistencia a la compresión a 3 y 7 días puede ser ligeramente menor, pero esta se com-

pequeñas durante el mezclado y usualmente para aumentar la trabajabilidad y la resistencia al "congelamiento".

Efectos.

+ Resistencia a la acción destructiva del congelamiento y deshielo.

+ Mejora la plasticidad y la trabajabilidad, permitiendo una reducción del contenido de agua.

+ Se puede lograr más fácilmente la uniformidad en la colocación y la compactación reduciendo la segregación.

+ Se reduce el sangrado.

+ Aumenta la resistencia del concreto a la acción de los sulfatos.

+ La resistencia al paso del agua del concreto con aire incluido es mayor que la resistencia del concreto sin aire incluido. Se reduce el peso unitario.

Desventaja.

El uso de un aditivo inclusor de aire origina una reducción en la resistencia proporcional a la cantidad de aire incluido.

#### 5.4.- SELECCION DE ADITIVOS.

La selección de un aditivo debe basarse principalmente en el tipo de problema a resolver y después de haberse analizado y evaluado las alternativas posibles para su solución.

El uso de los aditivos para concreto permite la modificación ventajosa de algunas de las características del concreto, con lo cual se aumenta la versatilidad como material de construcción, pudiéndose solucionar problemas específicos y obtener economías importantes en su fabricación y uso.

La selección también dependerá en la capacidad del aditivo para producir los resultados deseados, la uniformidad con que los produce y su confiabilidad.

La medición de las cantidades requeridas y su adición a la mezcla de concreto requiere de cuidados y precauciones especiales, de manera que se asegure la obtención de resultados óptimos derivados de su uso.

NORMAS TÉCNICAS Y JURÍDICAS COMPARATIVAS ANTE EL  
TRATADO DE LIBRE COMERCIO

## 6.1.- Introducción.

Se desarrolla en este capítulo, la parte jurídica que corresponde a los aspectos legales de la industria de la construcción en lo concerniente a la fabricación del concreto premezclado.

En él se resumen los principales aspectos técnicos y legales contenidos en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y el Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado ( ACI 318 89 ).

El primer reglamento sirve como punta de partida para ordenar la estricta observancia en el control de calidad de este producto, marcando los lineamientos a que se debe sujetar la elaboración del concreto para su utilización en la obra.

De esta forma, el espíritu que anima a las disposiciones del nuevo Reglamento de Construcciones es la de garantizar que profesionales capacitados y actualizados sean responsables del diseño, ejecución y control de calidad de las construcciones en todas sus etapas y procesos.

El segundo reglamento es el que se edita en los Estados Unidos y su influencia llega más allá de las fronteras de este país.

En este reglamento se especifica todo lo concerniente al diseño, construcción y propiedades de los materiales utilizados en elementos estructurales de concreto reforzado; en esta sección se describe únicamente el tema de concreto premezclado.

El Tratado de Libre Comercio exige una mayor estandarización de calidad de un producto, lo cual implica una mayor preparación en la industria. El sector de la construcción en nuestro país es perfectible.

En lo que respecta al concreto, el acercamiento con el American Concrete Institute ( ACI ) USA a sido obvio, puesto que los procesos de construcción, técnicas, equipos, materiales, etc., están vinculados con el ramo de la construcción de allá, tanto por la proximidad física, como el intercambio profesional que ha existido por mucho tiempo.

Por tanto, ha sido benéfico el haber adoptado las normas -

de la ACI USA, que son aceptadas tanto en Canada como Estados Unidos.

En México, la experiencia y conocimientos acerca de las aplicaciones del concreto se encuentran a muy buen nivel, equiparable con los estándares establecidos por la ACI, que son aceptados internacionalmente por todos aquellos países que lo utilizan en sus programas constructivos.

De esta manera, se facilita enormemente la evaluación de los conocimientos de esta materia en forma similar al mercado internacional, compitiendo así en el mismo lenguaje a todos los niveles de la construcción.

En este capítulo se presenta también una breve descripción de la Ley Federal de Metrología y Normalización que se refiere a la elaboración de normas tendientes a la Certificación de Productos, de Personal y de Sistemas de Calidad, que fijarán la dirección para el desarrollo de las Empresas hacia el Aseguramiento de Calidad dentro del mercado de competitividad mundial que se presentará en nuestro país a partir de 1994.

**6.2.- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.**

Al leer los Considerandos contenidos en la parte inicial del Reglamento, se vislumbra ya la necesidad de renovar el marco jurídico a que da lugar el desarrollo complejo de la vida social.

Dentro de esta actualización de los ordenamientos jurídicos vigentes, se hizo necesaria la realización de acciones tendientes a la reordenación de las disposiciones reglamentarias para otorgar mayor agilidad y transparencia a los procedimientos y trámites previstos en ellos.

De esta manera, en razón de los sismos ocurridos en septiembre 19 y 20 de 1985, se vio la necesidad de reducir el riesgo para los habitantes de Distrito Federal, introduciendo elementos que refuercen la estabilidad de las edificaciones e instalaciones para garantizar un grado óptimo de seguridad en su utilización.

Es a partir de los eventos acaecidos en ese año, que se determinó la necesidad de revisar y actualizar las normas vigentes en materia de diseño estructural, controlando asimismo los usos originales de las obras autorizadas, con el fin de proteger a sus habitantes contra los riesgos originados por casos de desastres, expidiendo normas específicas para hacer frente a situaciones de emergencia en general.

Es bajo este espíritu de seguridad, confiabilidad y servicio, que se expidió el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal en su versión 1987.

Así, en su artículo inicial se señalan claramente las pautas a seguir en su cumplimiento.

ARTICULO 1o. Es de orden público e interés social, el cumplimiento y observancia de las disposiciones de este Reglamento, de sus Normas Técnicas Complementarias y de las demás disposiciones legales y reglamentarias, aplicables en materia de desarrollo urbano, planificación, seguridad, estabilidad e higiene, así como las limitaciones y modalidades que se impongan al uso de los terrenos de las edificaciones de propiedad pública o privada, en los Programas Parciales y las Declaratorias correspondientes.

Las obras de construcción, instalación, modificación, ampliación, reparación y demolición, así como el uso de las edificaciones y los usos, destinos y reservas de los predios del territorio del Distrito Federal, se sujetarán a las disposiciones de la Ley del Desarrollo Urbano del Distrito Federal, de este Reglamento y demás disposiciones aplicables.

ARTICULO 3o. De conformidad con lo dispuesto por la Ley y por la Ley Orgánica, la aplicación y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones de este Reglamento corresponderá al Departamento para lo cual tendrá las siguientes facultades.

I.- Fijar los requisitos técnicos a que deberán sujetarse las construcciones e instalaciones en predios y vías públicas, a fin de que

satisfagan las condiciones de habitabilidad, seguridad, higiene, comodidad y buen aspecto.

En el TÍTULO SEPTIMO, Capítulo III, "Materiales y Procedimientos de Construcción" se especifica lo siguiente.

ARTICULO 255.- Los materiales empleados en la construcción -- deberán cumplir con las siguientes disposiciones.

I.- La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, serán las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados, y deberán satisfacer las Normas de calidad establecidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

De esta manera, en el siguiente artículo se especifica que se debe verificar la calidad de los materiales.

ARTICULO 259.- Deberán realizarse las pruebas de verificación de calidad de materiales que señalen las normas oficiales reglamentarias de este Reglamento. En caso de duda, el Departamento podrá exigir las muestras y las pruebas necesarias para verificar la calidad y resistencia especificada de los materiales.

El muestreo deberá efectuarse siguiendo métodos estadísticos que aseguren que el conjunto de muestras sea representativa en toda la obra.

A continuación se presentan las especificaciones relativas a la elaboración y verificación de calidad del concreto premezclado, que es el caso que nos ocupa.

#### CLASES DE CONCRETO.

En las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, sección 1.4.1 se especifica al concreto en clases, a saber:

"El concreto empleado para fines estructurales puede ser de de dos clases; clase 1, con peso volumétrico en estado fresco superior a  $2.2 \text{ ton/m}^3$ , y clase 2, con peso volumétrico en estado

peso comprendido entre 1.9 y 2.2 ton/m<sup>3</sup>.

#### PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

##### CEMENTO.

En el inciso a) de la misma sección anterior, se menciona -- que en la fabricación de los concretos, clase 1 o 2, se empleará cualquier tipo de cemento portland que sea congruente con la finalidad y características de la estructura y que cumpla con los requisitos especificados en la norma NOM C 1. También se podrá emplear cemento portland-puzolana, PUZ 1, que cumpla con la norma-NOM C 2.

##### AGREGADOS PETREOS

Los agregados pétreos deberán cumplir con los requisitos de la norma NOM C III y con las propiedades e límites que se señalan en la tabla siguiente.

Resumen de la norma NOM C III.

### 3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen las definiciones siguientes.

#### 3.1 Agregado.

Material natural, natural procesado o artificial que se mezcla con un cementante hidráulico para hacer morteros o concretos.

#### 3.2 Agregado fino.

Material comúnmente conocido como arena, que pasa por la criba G 4.75 (Nº 4), cuya composición granulométrica varía dentro de los límites especificados en esta norma.



CONAM-DCM

3.3 Agregado grueso.

Es el material comúnmente conocido como grava, que es retenida por la criba N.º 4.75 (30/4), cuya composición granulométrica varía dentro de los límites especificados en esta norma.

3.4 Módulo de finura.

Es un valor empírico igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos, acumulados en cada una de las cribas siguientes:

- G 75 (3), G 30.0 (1 1/2), G 19.0 (3/4), G 9.5 (1/2), G 4.75 (4), N 2.36 (8), N 1.18 (16), N 0.600 (30), N 0.300 (50), y N 0.150 (100).

3.5 Concreto con aire incluido.

Se considera concreto con aire incluido, aquél que tiene un contenido de aire mayor de 3%, fabricado con un cemento con inductor de aire o empleando un aditivo inductor de aire (véase NOM-C-138 en 2 referencias).

4 CLASIFICACION

Los agregados objeto de esta norma de acuerdo a su tamaño se clasifican en dos tipos:

- Agregado fino.
- Agregado grueso.

5 ESPECIFICACIONES

5.1 Granulometría.

5.1.1 Del agregado fino.

El agregado fino debe cumplir los siguientes requisitos:

- a.) Estar dentro de los límites indicados en la tabla No. 1.
- b.) Su módulo de finura no debe ser menor de 2.30 ni mayor de 3.10.
- c.) El retenido parcial en cualquier criba no debe ser mayor de 45%

FALLA DE ORIGEN



INEC, D.C.

ND-C-111-1982  
6/8

Tabla 2.- Límites granulométricos del agregado grueso.

Tamaño señal	0 a 75	0 a 85	0 a 90	0 a 95	0 a 100	0 a 12.5	0 a 15.0	0 a 20.0	0 a 25.0	0 a 30.0	0 a 35.0	0 a 40	0 a 45	0 a 50	0 a 55	0 a 60	0 a 65	0 a 70	0 a 75	0 a 80	0 a 85	0 a 90	0 a 95	0 a 100	
90 a 40	0	0 a 10	—	75 a 40	—	55 a 100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64 a 40	—	—	0	0 a 10	50 a 65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50 a 5	—	—	—	—	0 a 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 a 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25 a 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20 a 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15 a 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 a 2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.0 a 2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.0 a 2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

**SECCION 5.01**

Se pueden aumentar los porcentajes del retenido acumulado en las cribas N 0.300 y N 0.150 a 95 y 100 respectivamente, siempre que el contenido de cemento sea mayor de 350 kg/m<sup>3</sup> para concreto con aire incluido, o mayor de 300 kg/m<sup>3</sup> para concreto sin aire incluido, o bien supliendo la deficiencia del material que pasa por estas cribas, mediante la edición de un mineral finamente molido y aprobado.

**5.1.1.1 Agregado fino con deficiencias granulométricas.**

La tolerancia máxima de variación de los valores del módulo de finura para la aceptación del agregado fino es de  $\pm 0.30$  con respecto al valor del módulo de finura empleado en el diseño del proporcionamiento del concreto.

Si se excede de la tolerancia indicada en caso de ser aceptado, puede utilizarse dicho agregado siempre que se haga un ajuste apropiado en el proporcionamiento del concreto, para compensar dichas deficiencias en la granulometría.

Tabla 1 - Límites granulométricos del agregado fino.

Criba	Porcentaje retenido acumulado.
G 9.5 (3/8)	0
G 4.75 (4)	0 a 5
N 2.36 (8)	0 a 20
N 1.18 (16)	15 a 50
N 0.600(30)	40 a 75
N 0.300 (50)	70 a 90
N 0.150 (100)	90 a 98
Charola	100

**5.1.2 Del agregado grueso.**

Debe estar dentro de los límites indicados en la tabla 2.

**FALLA DE ORIGEN**

SECCION CON

5.1.2 Agregado grueso con deficiencias granulométricas.

Cuando se tenga un agregado grueso fuera de los límites indicados en la tabla 2, debe procurarse para que satisfaga dichos límites. En caso de aceptarse que no cumple dichos límites, debe ajustarse el proporcionalmente del concreto para compensar las deficiencias granulométricas.

5.2 Sustancias nocivas.

5.2.1 En agregado fino.

La cantidad de sustancias nocivas en el agregado fino no debe exceder los límites establecidos en la tabla 3.

Tabla 3 - Límites máximos de sustancias nocivas en agregado fino

Concepto	Máximo % en masa de la muestra total
Grupos de arcilla y partículas desmenuzables.	3.0
Materiales finos que pasan la criba F 0.075 (200) en Concreto sujeto a abresión.	3.0 *
En otros concretos.	5.0 *
Carbón y lignito	
En concreto aparente	0.5
En otros concretos	1.0

(\*).- En el caso de material fino que pasa la criba F 0.075 (200), si éste es producto de la desintegración de rocas, los porcentajes límites se incrementan a 5 y 7% respectivamente. Los materiales que rebasen estos límites deben estar sujetos a la aprobación del usuario.

5.2.2 En el agregado grueso.

A excepción de lo previsto en 5.2.2.1, y para el caso especial de gravas que contenga predominantemente sílice amorfa, tal como calcedonia, pedernal, riolita, cristobalita, ópalo, ágata y otros, los límites dados en la tabla 4 son aplicables a todos los agregados gruesos de las zonas ilustradas en el mapa de la figura 1; éste pretende servir como guía de una probable severidad de intemperismo.

FALLA DE ORIGEN



Para aquellas construcciones no consideradas en la tabla 4 y especialmente las que se encuentran en los límites de regiones de intemperismo medio, señalados en dicho mapa, debe consultarse a la oficina meteorológica local o, en su ausencia, las cartas del DE-TENAL (véase apéndice), para evaluar el intemperismo que pueda esperarse. Estos datos deben usarse para asignar el grado de severidad de intemperismo para poder establecer las especificaciones del agregado grueso.

5.2.3.1 Se acepta el agregado grueso cuyos resultados en las pruebas exceden los límites marcados en la tabla 4, si se demuestra que en concretos de propiedades semejantes, elaborados con el agregado del mismo banco, acusan un comportamiento satisfactorio en condiciones de intemperismo semejante a la que va a someterse el nuevo concreto. En ausencia de un historial de servicio, se acepta si se obtienen resultados satisfactorios en concreto que se sometan a pruebas de laboratorio apropiadas, tales como sanidad, desgastes, congelación, deshielo, etc. (véase 2).

5.2.3 Impurezas orgánicas (materia orgánica).

El agregado fino debe estar libre de cantidades perjudiciales por impurezas orgánicas. El agregado que al efectuar la prueba a que se refiere la NOM-C-88 (véase 2), da un color más oscuro que la coloración número 3, debe rechazarse excepto lo que se indica en 5.2.3.1.

5.2.3.1 Agregado fuera de esta especificación.

El agregado fino que no pasa la prueba antes mencionada, puede ser usado si se demuestra que la coloración es debida a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas semejantes, o bien, si se demuestra que el efecto de las impurezas orgánicas en morteros probados a la edad de 7 días, dan resistencia calculadas de acuerdo con el método establecido en la NOM-C-76 (véase 2), no menores del 95%.

5.2.4 Partículas que reaccionan en ambientes húmedos.

Los agregados fino y grueso que se usan en concretos y que van a estar sujetos a humedecimiento, con exposiciones prolongadas a atmósferas húmedas o en contacto con suelos húmedos, no deben tener partículas en cantidad suficiente que produzcan una reacción nociva con los álcalis del cemento y provoquen una expansión excesiva del mortero o del concreto. El efecto nocivo de dichas partículas se determina de acuerdo con las NOM-C-272 y C-282 (véase 2).

FALLA DE ORIGEN

Si el agregado fino o grueso tales partículas se encuentran en cantidades suficientes para causar una expansión excesiva en el mortero o en el concreto deben usarse con un cemento que contenga menos de 0.6% de álcalis totales, calculados como óxido de sodio o con la adición de un material que ha demostrado controlar la expansión excesiva debida a la reacción álcali-agregado.

### 5.3 Sanidad.

El agregado fino que se sujeta a cinco ciclos de la prueba de sanidad, con sulfato de sodio, de acuerdo con la NOM-C-75 (véase 2), debe tener una pérdida en masa no mayor de 10%, determinada en base a su granulometría original, siempre que ésta cumpla lo establecido en 5.1.

#### 5.3.1 Agregado fino fuera de esta especificación.

El agregado fino que no cumpla lo requerido en 5.3, puede aceptarse si existen antecedentes de su empleo en concretos de propiedades semejantes elaborados con agregados del mismo banco, que presenten un comportamiento satisfactorio en condiciones de intemperismo semejantes a las que se va a someter el nuevo concreto.

5.3.2 Se acepta el agregado fino que no cuenta con un historial de servicio y no cumpla lo requerido en 5.3, si se obtienen resultados satisfactorios en concretos que se sometan a la prueba de congelación y deshielo, según lo establecido en la NOM-C-205 (véase 2).

## 6 MUESTREO

Debe utilizarse el método indicado en la NOM-C-30 (véase 2).

## 7 METODOS DE PRUEBA

Para verificar el cumplimiento de las especificaciones que se establecen en esta norma, deben utilizarse los métodos de prueba -- indicados en 2.

## 8 BIBLIOGRAFIA

ANSI/ASTM-C-33- STANDARD SPECIFICATION FOR CONCRETE AGGREGATES.

Concrete Manual A.C.I.

Especificaciones generales de Construcción S.O.P.

Partes 8a. y 9a. Libro 2o.

Manual de Concreto de la S.A.R.H.

Concrete Manual US Bureau of Reclamation

### APENDICE

DETENAL.- Determinación del Territorio Nacional.

FALLA DE ORIGEN

Propiedad	Concreto	
	clase 1	clase 2
Coefficiente volumétrico de la grava, mfa.	0.20	-
Material más fino que la malla N° 200, en la arena, porcentaje máximo en peso.	15	15
Contracción lineal de los finos de los agregados (arena + grava) que pasan la malla N° 40, a partir del límite líquido, porcentaje máximo.	2	2

#### AGUA PARA CONCRETO.

El agua de mezclado deberá ser limpia y cumplir con los requisitos de la norma NOM C 122. Si contiene sustancias en solución o en suspensión que la enturbien o le produzcan olor o sabor fuera de lo común, no deberá emplearse.

#### ADITIVOS.

Podrán usarse aditivos a solicitud expresa del usuario o a propuesta del productor, en ambos casos con la autorización del Corresponsable en Seguridad Estructural, o del Director de Obra cuando no se requiera de Corresponsable. Los aditivos deberán cumplir con los requisitos de la norma NOM C 255.

#### VERIFICACION DE CALIDAD DE LOS MATERIALES.

En la sección 11.3.1 de las Normas Técnicas, se indica lo siguiente :

"La calidad y proporciones de los materiales componentes del concreto serán tales que se logren la resistencia, deformabilidad y durabilidad necesarias.

La calidad de los materiales componentes deberá verificarse al inicio de la obra, y también cuando exista sospecha de cambio en las características de los mismos, o haya cambio de las fuentes de suministro.

VIZCARRA

Algunas de las propiedades de los agregados pétreos deberán verificarse con mayor frecuencia como se indica a continuación.

Coefficiente volumétrico de la grava	Una vez por mes
Material que pasa la malla No. 200 en la arena y contracción lineal de los finos de ambos agregados.	Una vez por mes.

La verificación de la calidad de los materiales componentes se realizará antes de usarlos, a partir de muestras tomadas del sitio de suministro o del almacén del productor de concreto.

A juicio del Corresponsable en Seguridad Estructural, o del Director de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, en lugar de esta verificación podrá admitirse la garantía escrita del fabricante del concreto de que los materiales cumplen con los requisitos aquí señalados.

**PROPIEDADES PARA EL CONCRETO EN ESTADO PLASTICO O FRESCO.**

En la sección 11.3.2 se especifica lo siguiente.

Al concreto fresco se le harán pruebas de revenimiento y peso volumétrico. Estas pruebas se harán con la frecuencia que se indica a continuación.

Prueba	Premezclado	Hecho en obra
Revenimiento del concreto muestreado en obra	Una vez por cada entrega de concreto	Una vez por cada cinco revoluciones
Peso volumétrico del concreto fresco, muestreado en obra	Una vez por cada día de colado, pero no menos de una por cada veinte metros cúbicos.	Una vez por cada día de colado.

El revenimiento será el mínimo requerido para que el concreto fluya a través de las barras de refuerzo o para que pueda

ser bombeado en su caso, así como para lograr un aspecto satisfactorio. Los concretos que se compacten por medio de vibración tendrán un revenimiento nominal de 10 cm. Los concretos que se compacten por cualquier otro medio diferente al de vibración o se coloquen por medio de bomba tendrán un revenimiento nominal máximo de 12 cm.

Para incrementar los revenimientos antes señalados a fin de facilitar aún más la colocación del concreto, se podrá admitir el uso de un aditivo superfluidificante. La aceptación del concreto en cuanto a revenimiento se hará previamente a la incorporación del mencionado aditivo, comparando con los valores dados en el párrafo anterior, en tanto que las del concreto endurecido, se determinarán en muestras de concreto que ya lo incluyan.

La prueba de revenimiento deberá efectuarse de acuerdo con la norma NOM-C-156 y el valor determinado deberá concordar con lo especificado con las siguientes tolerancias.

Revenimiento, cm.	Tolerancia, cm.
menor de 5	±1.5
5 a 10	±2.5
mayor de 10	±3.5

El peso volumétrico del concreto fresco se determinará de acuerdo con la norma NOM-C-162. El peso volumétrico del concreto clase 1 será superior a 2200 kg/m<sup>3</sup> y el de la clase 2 -- estará comprendido entre 1900 y 2200 kg/m<sup>3</sup>.

#### EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO.

En la sección 11.3.3 de las Normas Técnicas Complementarias se estipula que la calidad del concreto endurecido se verificará mediante pruebas de resistencia a compresión en cilindros fabricados, curados y probados de acuerdo con las normas NOM-C-159, "Elaboración y curado en laboratorio de especímenes de concreto" y la norma NOM-C-83 "Determinación de la resistencia

a la compresión de cilindros de concreto", en un laboratorio acreditado por el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (SINALP).

Cuando la mezcla de concreto se diseña para obtener la resistencia especificada a 14 días, las pruebas anteriores se efectuarán a esta edad, de lo contrario, las pruebas deberán efectuarse a los 28 días.

Para verificar la resistencia a compresión de concreto con las mismas características y nivel de resistencia, se tomará como mínimo una muestra por cada día de colado, pero al menos una por cada cuarenta metros cúbicos de concreto. De cada muestra se fabricará y ensayará una pareja de cilindros.

Para el concreto clase 1, se admitirá que la resistencia del concreto cumple con la resistencia especificada,  $f_t$ , si ninguna pareja de cilindros da una resistencia media inferior a  $f_t - 35 \text{ kg/cm}^2$  y además, si los promedios de resistencia de todos los conjuntos de tres parejas consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, no son menores que  $f_t$ .

Para el concreto clase 2, se admitirá que la resistencia del concreto cumple con la resistencia especificada,  $f_t$ , si ninguna pareja de cilindros da una resistencia media inferior a  $f_t - 50 \text{ kg/cm}^2$ , y, además, si los promedios de resistencia de todos los conjuntos de tres parejas consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, no son menores que  $f_t - 17 \text{ kg/cm}^2$ .

Cuando el concreto no cumpla con el requisito de resistencia, se permitirá extraer y ensayar corazones de acuerdo con la norma NOM-C-169 "Obtención y Prueba de Corazones y Vigas Extraídos de Concreto Endurecido", del concreto representada por los cilindros que no cumplieron. Se probarán tres corazones por cada incumplimiento con la calidad especificada. La humedad de los corazones al probarse debe ser representativa de la que tenga la estructura en condiciones de servicio.

El concreto representado por los corazones se considerará adecuado si el promedio de las resistencias de los tres corazo-

pes es mayor o igual que 0.3 f'c y si la resistencia de ningún corazón es menor que 0.7 f'c.

Para comprobar que los especímenes se extrajeron y ensayaron correctamente se permite probar nuevos corazones de las zonas representadas por aquellos que hayan dado resistencia erráticas. Si la resistencia de los corazones ensayados no cumple con el criterio de aceptación que se ha descrito, el Departamento del Distrito Federal puede ordenar la realización de pruebas de carga o tomar otras medidas que juzgue adecuadas.

Previamente al inicio de suministro de concreto, y también cuando haya sospecha de cambio en las características de los materiales componentes, o haya cambio en las fuentes de suministro de ellos, se verificará que el concreto que se pretende utilizar cumple con las características de módulo de elasticidad, contracción por secado y deformación diferida especificadas a continuación.

	Concreto clase 1	Concreto clase 2
Módulo de elasticidad a 28 días de edad, $\text{kg/cm}^2$ , mín.	14 000 $\sqrt{f'c}$	8000 $\sqrt{f'c}$
Contracción por secado después de 28 días de curado húmedo y 28 días de secado estándar, máx.	0.0005	0.0008
Coefficiente de deformación diferida después de 28 días de curado y de 28 días de carga en condiciones de secado estándar, al 40% de su resistencia, máx.	1	1.5

A juicio del Corresponsable en Seguridad Estructural o de Director de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, en lugar de esta verificación podrá admitirse la garantía escrita del fabricante del concreto de que este material cumple con los requisitos antes mencionados.

4.1.- Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado  
( ACI 318-89 )

1.1.1 Este reglamento proporciona los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos estructurales de concreto reforzado de cualquier estructura construida según los requisitos del reglamento general de construcción legalmente adoptado, del cual este reglamento forma parte.

1.1.3 Este reglamento regirá en todo lo concerniente al diseño, a la construcción y a las propiedades de los materiales en todos los casos en que no coincida con los requisitos contenidos en otras disposiciones a las que se hace referencia en este reglamento.

1.2.1 Las copias de los planos de diseño, los detalles típicos y las especificaciones para toda construcción de concreto reforzado deberán llevar la firma de un ingeniero o arquitecto con licencia.

Estos planos, detalles y especificaciones deberán incluir:  
c) Resistencia a la compresión especificada del concreto en diferentes edades señaladas de construcción para las que se diseña cada parte de la estructura.

1.3.1 Como requisito mínimo, las construcciones de concreto deben ser supervisadas según el reglamento de construcción general legalmente adoptado. En ausencia de tales requisitos, las construcciones de concreto deben ser supervisadas durante todas las etapas de la obra por un ingeniero o arquitecto competente, o por un representante competente responsable ante él.

1.3.2 El supervisor debe exigir el cumplimiento de los planos y especificaciones de diseño. A menos que se especifique de otro modo en el reglamento general de construcción legalmente adoptado, los registros de supervisión deben incluir:  
a) Calidad y dosificación de los materiales de concreto y resistencia del concreto.

d) Mezclado, colocación y curado de concreto.

- 1.3.3 Cuando la temperatura ambiente es menor de 4°C o mayor de 35°C, deberá llevarse un registro de las temperaturas del concreto y de la protección dada al concreto durante su colocación y curado.

#### PRUEBAS DE MATERIALES.

- 3.2.1 El cemento deberá cumplir con alguna de las siguientes especificaciones para cemento Portland:
- a) "Specification for Portland Cement" (ASTM C 150)
  - b) "Specification for Blended Hydraulic Cements" (ASTM C 595); se excluyen los tipos S (cemento de escoria) y SA (cemento de escoria inclusor de aire), ya que no se emplean como constituyentes cementantes principales en el concreto estructural.
- 3.2.2 El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección del proporcionamiento del concreto.
- 3.3.1 Los agregados para concreto deben cumplir con una de las siguientes especificaciones:
- a) "Specification for Concrete Aggregates" (ASTM C 33).
  - b) "Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete" (ASTM C 330).

Excepción: Los agregados que, a través de pruebas especiales y por experiencias prácticas, han demostrado que producen concreto de resistencia y durabilidad adecuadas, y que han sido aprobados por el Director Responsable de Obra.

- 3.3.2 El tamaño máximo nominal del agregado grueso no será superior a:
- a) 5 de la separación menor entre los lados de la cimbra, ni de
  - b) 1/3 del peralte de la losa, ni de

c)  $3/4$  del espaciamiento mínimo libre entre las varillas o alambres individuales de refuerzo, paquetes de varillas, cables o ductos de pretuerzo.

Estas limitaciones se pueden omitir si, a juicio del ingeniero, la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se pueda colocar sin la formación de vacíos o cavidades en forma de panal (segregación).

- 3.4.1 El agua empleada en el mezclado de concreto deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser nocivas para el concreto o el refuerzo.
- 3.4.3 No deberá utilizarse agua no potable en el concreto, a menos que se cumpla con las siguientes condiciones:
  - 3.4.3.1 La selección de las proporciones del concreto debe basarse en mezclas de concreto utilizando agua de la misma fuente
  - 3.4.3.2 Los cubos de mortero para pruebas, hechos con agua no potable, deben tener resistencias iguales a los 7 y 28 días, de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares hechas con agua potable. La comparación de la prueba de resistencia debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y probados de acuerdo con el "Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-inch or 50 mm Cube Specimens)" (ASTM C 109)

#### ADITIVOS

- 3.6.1 Los aditivos que deben emplearse en el concreto estarán sujetos a la aprobación previa del ingeniero.
- 3.6.2 Debe demostrarse que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y comportamiento en toda la obra que el producto usado para establecer las proporciones de concreto.

- 3.6.4 Los aditivos inclusores de aire deben cumplir con la "Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete" (ASTM C 260).
- 3.6.5 Los aditivos reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductoras de agua y retardantes, y reductoras de agua y acelerantes, deberán cumplir con la "Specification for Chemical Admixtures for Concrete" (ASTM C 494) o "Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete" (ASTM C 101).
- 3.6.6 La ceniza volante u otras puzolanas que se empleen como aditivos deben cumplir con la "Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Admixtures in Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete" (ASTM C 618).
- 3.6.7 La escoria de Alto Horno utilizada como aditivo deberá cumplir con "Specification for Ground Iron Blast-Furnace Slag for Use in Concrete and Mortars" (ASTM C 989).

#### ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.

- 3.7.1 El cemento y los agregados deberán almacenarse de tal manera que se prevenga su deterioro o la introducción de materia extraña.
- 3.7.2 Cualquier material que se haya deteriorado o contaminado no deberá utilizarse en el concreto.

#### CALIDAD DEL CONCRETO

##### 5.1 GENERALIDADES.

- 5.1.1 El concreto debe dosificarse de manera que proporcione una resistencia promedio a la compresión como se prescribe en la sección 5.3.2, así como también satisfacer los criterios de durabilidad del Capítulo 4.

El concreto debe producirse de manera que se minimice la frecuencia de resistencias inferiores a  $f'c$ , como se prescribe en la sección 5.6.2.3.

- 5.1.2 Los requisitos para  $f'_c$  deben basarse en cilindros de prueba hechos y probados como se prescribe en la sección 5.6.2.
- 5.1.3 A menos que se especifique lo contrario, la  $f'_c$  debe basarse en pruebas a 28 días. Si la prueba no es a 28 días, la edad de prueba para obtener la  $f'_c$  debe indicarse en los planos o especificaciones de diseño.
- 5.1.5 Las pruebas de resistencia a la tensión no deben emplearse como base para la aceptación del concreto en el campo.
- 5.2 SELECCION DEL PROPORCIONAMIENTO DE LA MEZCLA DE CONCRETO.
- 5.2.1 El proporcionamiento de los materiales para el concreto deberá establecerse para lograr:
- Trabajabilidad y consistencia que permitan trabajar fácilmente el concreto dentro de las cimbras, y alrededor del refuerzo en las condiciones de colado que vayan a emplearse sin segregación ni sangrado excesivo.
  - Resistencia a exposiciones especiales, según se requiera en el capítulo 4.
  - Conformidad con los requisitos de la prueba de resistencia de la sección 5.6.
- 5.2.2 Cuando se empleen materiales diferentes para distintas partes de la obra propuesta, debe evaluarse cada una de las combinaciones.
- 5.2.3 Los proporcionamientos del concreto, incluyendo la relación agua-cemento, deben establecerse tomando como base la experiencia en el campo y/o las mezclas de prueba con los materiales que vayan a utilizarse (sección 5.3), a excepción de lo permitido en la sección 5.4 o lo requerido por el capítulo 4.
- 5.3 PROPORCIONAMIENTO CON BASE EN LA EXPERIENCIA DE CAMPO Y/O EN MEZCLAS DE PRUEBA.

### 5.3.1 Desviación estándar.

5.3.1.1 Cuando las instalaciones de producción de concreto llevan registros de las pruebas, debe establecerse una desviación estándar. Los registros de pruebas a partir de los cuales se calcula la desviación estándar.

a) Deben representar materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a las esperadas, y los cambios en materiales y proporcionamientos dentro de los registros de pruebas no deben haber sido más restringidos que los de la obra propuesta.

b) Deben representar concreto producido para que cumpla con la resistencia o resistencias especificadas  $f'c$ , dentro de  $70 \text{ kg/cm}^2$  de la estipulada para la obra propuesta.

c) Deben constar, al menos, de 30 pruebas consecutivas o de dos grupos de pruebas consecutivas, totalizando al menos como se define en la sección 5.6.1.4, excepto lo que se especifica en la sección 5.3.1.2.

5.3.1.2 Cuando las instalaciones de producción de concreto no llevan registros de pruebas que se ajustan a los requisitos de la sección 5.3.1.1, pero sí llevan un registro basado en 15 a 29 pruebas consecutivas, se establecerá una desviación estándar calculada y el factor de modificación de la tabla 5.3.2. Para que sean aceptables, los registros de pruebas deben ajustarse a los requisitos a) y b) de la sección 5.3.1.1, y deben representar un solo registro de pruebas consecutivas que abarquen un período no menor de 45 días de calendario.

### 5.3.2 Resistencia promedio requerida.

5.3.2.1 La resistencia a la compresión promedio requerida,  $f'c$ , usada como base para la selección de los proporcionamientos de concreto debe ser la mayor de las ecuaciones 5.1 o 5.2, empleando una desviación estándar calculada de acuerdo con la sección 5.3.1.1 o la sección 5.3.1.2.

**TABLA 5.3.1.2 Factor de modificación para la desviación estándar cuando se dispone de menos de 30 pruebas**

Mínimo de pruebas <sup>a</sup>	Factor de modificación para la desviación estándar <sup>b</sup>
Menos de 15	Empírico la tabla 5.3.2.2
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 S \quad (5.1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 S - 35 \quad (5.2)$$

5.3.2.2 Cuando las instalaciones de producción de concreto no lleven registro de pruebas de resistencia en el campo, para el cálculo de la desviación estándar que se ajuste a los requisitos de la sección 5.3.1.1 o de la sección 5.3.1.2, la resistencia promedio requerida  $f'_{cr}$  debe determinarse de la tabla 5.3.2.2, y la documentación de la resistencia promedio debe cumplir con los requisitos de la sección 5.3.3.

**TABLA 5.3.2.2 Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar**

Resistencia a la compresión especificada, $f'_c$ , kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio a la compresión requerida, $f'_{cr}$ , kg/cm <sup>2</sup>
Menos de 210 kg/cm <sup>2</sup>	$f'_c + 70$
De 210 a 350	$f'_c + 84$
Más de 350	$f'_c + 98$

### 5.3.3 Documentación de la resistencia promedio.

La documentación de que las proporciones propuestas para la mezcla de concreto producirán una resistencia promedio a la compresión promedio requerida (sección 5.3.2), deberá consistir en un registro de pruebas de resistencia en el campo, en varios registros de pruebas de resistencia o en mezclas de pruebas.

#### 5.3.3.1. Cuando se emplean registros de pruebas para demostrar que las proporciones propuestas para la mezcla de concreto producirán la resistencia promedio requerida $f'_{cr}$ (sección 5.3.2.), dichas registros deben representar materiales y condiciones similares a las esperadas.

Los cambios en materiales, condiciones y proporciones dentro de los registros de pruebas no deberán ser más restringidos que los de la obra propuesta.

Con el propósito de documentar el potencial de la resistencia promedio, pueden aceptarse registros de prueba que consistan en menos de 30, pero no menos de 10 pruebas consecutivas, siempre que los registros de pruebas abarquen un período no menor de 45 días. Las proporciones requeridas para la mezcla de concreto pueden establecerse por interpolación entre las resistencias y las proporciones de dos o más registros de prueba, cada uno de los cuales cumple con otros requisitos de esta sección.

#### 5.3.3.2 Cuando no se dispone de un registro aceptable de resultados de pruebas de campo, las proporciones de la mezcla de concreto pueden establecerse con base en mezclas de prueba que cumplan con las siguientes restricciones.

- a) La combinación de materiales debe ser la de la obra propuesta.
- b) Las mezclas de prueba con proporciones y consistencias requeridas para la obra propuesta deben prepararse empleando al menos tres relaciones diferentes agua-cemento, o contenidos de cemento que produzcan una gama de resistencias que abarquen la resistencia promedio requerida  $f'_{cr}$ .

c) Las mezclas de prueba deben diseñarse para producir un revenimiento dentro de  $\pm 2.0$  cm. del máximo permitido, para el concreto con aire incluido, dentro del  $\pm 0.5\%$  del máximo permisible de contenido de aire.

d) Para cada relación agua-cemento o contenido de cemento deben hacerse al menos tres cilindros de prueba para cada edad de prueba y curarse de acuerdo con el "Method of Making y Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory" (ASTM C 192). Los cilindros deben probarse a los 28 días o a la edad de prueba diseñada para determinar  $f'_c$ .

e) A partir de los resultados de las pruebas de cilindros debe graficarse una curva que muestre la correspondencia entre la relación agua-cemento o el contenido de cemento, y la resistencia a la compresión a una edad de prueba determinada.

f) La relación máxima agua-cemento o el contenido mínimo de cemento para el concreto que vaya a emplearse en la obra propuesta debe ser el que indique la curva para producir la resistencia promedio requerida para la sección 5.3.2, a no ser que en el capítulo 4 se indique una relación inferior agua-cemento o una resistencia mayor.

#### 5.4 PROPORCIONAMIENTO POR MEDIO DE LA RELACION AGUA-CEMENTO.

5.4.1 Cuando no se dispone de los datos requeridos por la sección 5.3, el proporcionamiento del concreto estará basado en los límites de las relaciones agua-cemento de la tabla 5.4, si tiene la aprobación del ingeniero o el arquitecto.

5.4.2 La tabla 5.4 debe emplearse sólo para concretos que se hagan con cementos que cumplan con los requisitos de resistencia de los tipos I, IA, II, IIA, III, IIIA, o V de la "Specification for Portland Cement" (ASTM C 150), o tipos IS, IS-A, IS (MS), IS-A (MS), I (SM), I (SM)-A, IP, IP-A, I (PM), I (FM)-A, IP (MS), IP-A (MS) o P, de la "Specifica--

tion for Blended Hydraulic Cement" (ASTM C 595) y no debe aplicarse a concretos que contengan agregados ligeros o aditivos que no sean para la inclusión de aire.

- 5.4.3 El concreto proporcionado mediante límites de relación agua-cemento prescritos en la tabla 5.4 también debe cumplir con los requisitos de exposición especial del Capítulo 4 y con los criterios de prueba de resistencia a la compresión de la sección 5.6.

#### 5.5 REDUCCION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

Conforme se tengan disponibles más datos durante la construcción, puede reducirse la cantidad por la que el valor  $f'_{cr}$  debe exceder el valor especificado de  $f'_c$ , siempre que:

- a) Los resultados de 30 o más pruebas estén disponibles y el promedio de los resultados de las pruebas exceda el requerido por la sección 5.3.2.1, empleando una desviación estándar calculada de acuerdo con la sección 5.3.1.1, 6
- b) Los resultados de 15 a 29 pruebas estén disponibles y el promedio de los resultados de las pruebas exceda al requerido por la sección 5.3.2.1, utilizando una desviación estándar, calculada de acuerdo con la sección 5.3.1.2, y
- c) Se cumpla con los requisitos de exposición especial del Capítulo 4.

#### 5.6 EVALUACION Y ACEPTACION DEL CONCRETO.

##### 5.6.1 Frecuencia de las pruebas.

- 6.6.1.1 Las muestras para las pruebas de resistencia de cada clase de concreto colado cada día debe tomarse por lo menos una vez al día, por lo menos una vez cada 115 m<sup>3</sup> de concreto, y por lo menos una vez cada 465 m<sup>2</sup> de superficie de losas y muros.

- 5.6.1.2 Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de pruebas requerida por la sec

ción 5.6.1.1 proporciona menos de cinco pruebas de resistencia para una clase de concreto dada, las pruebas de harán hacerse por lo menos en cinco mezclas seleccionadas al azar, o en cada mezcla cuando se empleen menos de cinco mezclas.

5.6.1.3 Cuando la cantidad total de una clase dada de concreto sea de menos de  $33 \text{ m}^3$ , el Director responsable de obra podrá omitir las pruebas de resistencia cuando a su juicio se proporcione evidencia de resistencia satisfactoria y sea autorizada por él.

5.6.1.4 Una prueba de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos cilindros hechos de la misma muestra de concreto y probados a 28 días o a la edad de prueba designada para la determinación de  $f'_c$ .

5.6.2 Espécimen curados en laboratorio.

5.6.2.1 Las muestras para pruebas de resistencia deben tomarse de acuerdo con el "Method of Sampling Freshly Mixed Concrete" (ASTM C 172).

5.6.2.2 Los cilindros para las pruebas de resistencia deben ser moldeados y curados en el laboratorio de acuerdo con el "Practice of Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 131), y deben probarse de acuerdo con el "Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens", (ASTM C 39).

5.6.2.3 El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto será considerado satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes:

a) El promedio de todas las series de tres pruebas de resistencia consecutivos es igual o superior a la  $f'_c$  requerida.

b) Ningún resultado individual de la prueba de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que  $f'_c$  por más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

5.6.2.4 Cuando no se cumpla con cualquiera de los dos requisitos

de la sección 5.6.2.3, deberán tomarse las medidas necesarias para incrementar el promedio de los resultados de las pruebas subsiguientes.

Cuando no se satisfagan los requisitos de la sección 5.6.2.3 b) deberán observarse los requisitos de la sección 5.6.4.

5.6.3 Especímenes curados en campo.

5.6.3.1 El Director responsable de obra puede exigir pruebas de resistencia de cilindros curados en condiciones de campo, para verificar lo adecuado del curado y la protección del concreto en la estructura.

5.6.3.2 Los cilindros deben curarse en condiciones de campo, de acuerdo con el "Practice for Molding and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31).

5.6.3.3 Los cilindros de prueba curados en el campo deben moldearse al mismo tiempo y de las mismas muestras que los cilindros de prueba curados en laboratorio.

5.6.3.4 Los procedimientos para proteger y curar el concreto deberán mejorarse cuando la resistencia de cilindros curados en el campo, a la edad de prueba designada para determinar la  $f'_c$ , sea inferior al 85% de la de cilindros compañeros curados en laboratorio.

La limitación del 85% puede omitirse cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en el campo exceda a  $f'_c$  en más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

5.6.4.1 Si cualquier prueba de resistencia (sección 5.6.1.4) de cilindros curados en el laboratorio es menor que el valor especificado de  $f'_c$  por más de  $35 \text{ kg/cm}^2$  (sección 5.6.2.3 b), o si las pruebas de cilindros curados en el campo indican deficiencias de protección y de curado (sección 5.6.3.4), deberán tomarse medidas para asegurarse de que no se pone en peligro la capacidad de carga de la estructura.

5.6.4.2 Si se confirma que el concreto es de baja resistencia y los cálculos indican que la capacidad de carga se ha re-

reducido significativamente, se pueden requerir pruebas de corazonas extraídas de la zona en cuestión, de acuerdo con el "Method of Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete" (ASTM C 42). En esos casos deben tomarse tres corazonas por cada resultado de prueba de resistencia que sea menor de  $f'_c$  en más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

- 5.6.4.3 Si el concreto de la estructura va a estar seco en las condiciones de servicio, los corazonas deberán secarse al aire (temperatura entre  $15$  y  $27^\circ\text{C}$ , humedad relativa menor del 60%) durante 7 días antes de la prueba y deberán probarse secos. Si el concreto de la estructura va a estar más que superficialmente húmedo en las condiciones de servicio, los corazonas deberán sumergirse en agua por lo menos durante 40 horas y probarse húmedos.
- 5.6.4.4 El concreto de la zona representada por las pruebas de corazonas se considerará estructuralmente adecuado si el promedio de los tres corazonas es por lo menos igual al 85% de  $f'_c$ , y ninguno tiene una resistencia menor del 75% de  $f'_c$ . A fin de comprobar la precisión de las pruebas, las zonas representativas de resistencias irregulares de los corazonas pueden probarse adicionalmente.
- 5.6.4.5 Si no se satisfacen los criterios de la sección 5.6.4.4 y si además, hay dudas con respecto a la confiabilidad estructural, la autoridad responsable puede ordenar pruebas de carga como se señala en el capítulo 20 para la parte dudosa de la estructura, o puede tomar otras medidas según las circunstancias.

## 5.8 MEZCLADO

- 5.8.1 Todo el concreto deberá mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales, y deberá descargarse completamente antes de que se vuelva a cargar la mezcladora.
- 5.8.2 El concreto premezclado deberá mezclarse y entregarse de

acuerdo con los requisitos de la "Specification for Ready Mixed Concrete" (ASTM C 94) o la "Specification for Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing" (ASTM C 683).

5.8.3 El concreto mezclado en obra se mezclara de acuerdo con lo siguiente:

- a) El mezclado deberá hacerse en una mezcladora del tipo aprobado.
- b) La mezcladora deberá hacerse girar a la velocidad recomendada por el fabricante.
- c) El mezclado deberá prolongarse por lo menos durante 1.5 min. después de que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante las pruebas de uniformidad en el mezclado, según la "Specification for Ready Mixed Concrete" (ASTM C 94).
- d) El manejo, la dosificación y el mezclado de los materiales deben cumplir con las disposiciones aplicables de la "Specification for Ready-Mixed Concrete" (ASTM C 94).
- e) Debe llevarse un registro detallado para identificar:
  - 1) El número de mezclas producidas.
  - 2) Las proporciones de los materiales empleados.
  - 3) La ubicación aproximada de la posición final en la estructura.
  - 4) La hora y fecha de mezclado y del colado.

#### 6.4.- LEY FEDERAL SOBRE METROLOGIA Y NORMALIZACION

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 10. de Julio de 1972.

Los tres objetivos de la LFMN en materia de normalización son fomentar la elaboración y observancia de normas; establecer sistemas de acreditamiento e instituir la Comisión Nacional de Normalización (CNN).

En lo que se refiere a las normas, se cuenta ahora con dos tipos: las de carácter voluntario, similares a las que se utilizan actualmente; y las obligatorias, que establecerán las características y/o especificaciones de productos o servicios que constituyan un riesgo para el usuario.

La nomenclatura que se utilizará para distinguir a las normas voluntarias de las obligatorias será: NMX para las normas voluntarias o también llamadas Normas Mexicanas y NOM para las normas obligatorias o Normas Oficiales Mexicanas.

En las Normas Mexicanas ( NMX ) se especificarán los parámetros de calidad y métodos de pruebas de un producto o servicio.

Las Normas Oficiales Mexicanas ( NOM ) por desarrollar deberán apoyarse en un estudio costo/beneficio en donde se demuestre que a través de la obligatoriedad de la norma el usuario se beneficiará más que costará su observancia.

El carácter obligatorio de las nuevas Normas Oficiales Mexicanas, se fundamenta en que la falta de su observancia constituye un riesgo en materia de seguridad, salud, medio ambiente general, medio laboral, prestación de servicios, protección de vías generales de comunicación, preservación de recursos naturales; o un demérito en el apoyo a productos con denominación de origen nacional. Asimismo, estas normas establecerán la información con que deban cumplir las etiquetas, envases y embalajes, así como la publicidad de productos y servicios, para proteger al consumidor en aspectos comerciales, sanitarios, ecológicos, de calidad, de seguridad o de

requisitos complementarios.

Los tres sistemas nacionales de acreditamiento serán el SINA LP para Laboratorios de Pruebas, y sus similares para Organismos de Certificación y Unidades de Verificación. Al estructurar el funcionamiento de estos sistemas de acreditamiento, se sentarán las bases para lograr el Aseguramiento de Calidad y el marco de funcionamiento para la Certificación de Productos, Personal o Sistemas de Calidad.

Para fomentar la normatividad tanto voluntaria como obligatoria, la LFMN tiene contemplados varios organismos de participación nacional.

La Comisión Nacional de Normalización y los Comites de Evaluación de los sistemas nacionales de acreditamiento trabajarán de manera global.

Los Organismos Nacionales de Normalización (ONN) deben contar con Comites Técnicos y Grupos de Trabajo específicos necesarios para el desarrollo de las normas voluntarias. Asimismo, deben estructurar el mecanismo que consideren adecuado para la edición, difusión y venta de las Normas Mexicanas elaboradas por sus respectivos Comites Técnicos. Por otra parte, los ONN deben asegurar una cobertura nacional, permitiendo la participación de productores, distribuidores, prestadores de servicios, comerciantes, consumidores y dependencias relacionados con la elaboración de las normas voluntarias.

Para la normatividad obligatoria, cada norma propuesta será presentada como un anteproyecto, con su respectivo estudio costo/beneficio, al Comite Consultivo Nacional de Normalización (CCONN) que presida la Dependencia responsable del desarrollo de ese tipo de Normas Oficiales Mexicanas; turnándose al Subcomite técnico y Grupo de Trabajo que le corresponda. Las dependencias que presidan las CCONN están encargadas de proponer las normas obligatorias a elaborar, integrandolas y ejecutandolas dentro del Plan Nacional de Normalización. (PNN).

La Comisión Nacional de Normalización esta integrada por 10 Secretarías, siendo estas: Hacienda y Crédito Público, Desarrollo --

Social, Minas e Industria Parastatal, Comercio y Fomento Industrial, Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comunicaciones y Transportes, Salud, Trabajo y Previsión Social, Turismo y Pesca. Asimismo, participan en esta Comisión los Organismos Nacionales de Normalización, las Asociaciones y Cámaras Industriales, y los Institutos de Investigación, quienes en conjunto con las Secretarías recomiendan las normas a elaborar, aprueban anualmente el Plan Nacional de Normalización y dictan los lineamientos para la organización de los Comités Consultivos Nacionales de Normalización, así como de los Comités de Evaluación de los sistemas de acreditamiento.

Existen actualmente 19 Comités Consultivos Nacionales de Normalización (CCONN), de los cuales el CCONN de Protección Ecológica y Ambiental; y el CCONN de Seguridad y Servicios en las Edificaciones presididas por la Secretaría de Desarrollo Social son los de mayor relevancia para las empresas productoras de materias primas y servicios dentro de la industria de la construcción.

Para los Organismos de Certificación se contempla un desarrollo similar al del Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas. Las actividades a realizar por estos Organismos serán el comprobar el cumplimiento normativo de productos y servicios mediante pruebas y evaluación de Programas de Calidad, otorgar una Certificación inicial y mantener un programa de revisión periódica para asegurar su cumplimiento.

Las unidades de Verificación (UV), también deben estar aprobadas y acreditadas por las dependencias competentes, y su función será la de verificar el cumplimiento de las normas obligatorias a petición de la parte interesada.

En base a todos los conceptos anteriores queda sólo el visualizar las perspectivas que presenta esta ley para las empresas relacionadas con el suministro de materiales para la industria de la construcción, como son las concreteras, carreteras, productoras de agregados, aditivos o productos transformados con base en estos materiales; asimismo, las empresas de servicios de verificación de calidad.

La tendencia general de esta ley es la de elevar la calidad de los productos producidos sin querer especificar hasta el último detalle del producto en sí, sino más bien fundamentar los mecanismos generales para asegurar que la calidad propuesta sea económicamente factible.

Al lograr lo anterior, la distinción de los productores será el ofrecer a sus consumidores un producto o servicio CERTIFICADO.

Para llegar a la meta de la certificación de productos se debe primero trabajar en la generación de normas voluntarias.

Estas normas ya están elaboradas en su mayoría, solo falta actualizarlas conformes a la nueva estructura propuesta.

Tal como lo contempla la LFMN, la creación del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la construcción es ya una realidad. A él podrán integrarse los grupos de trabajo que deseen desarrollar o actualizar alguna norma en particular. Asimismo, podrá ser un mecanismo apropiado para la relación internacional con otros organismos mundiales similares.

Resumiendo todo lo anterior, para obtener la certificación de Productos, Personal y Sistemas de Calidad se debe comenzar con la participación en los grupos de trabajo de normalización voluntaria; si no existen crearlos; si hay similares, buscar agruparse para editar y divulgar las normas que se necesiten. Al tener normas adecuadas, se podrán proponer sistemas de calidad dignos de ser revisados y los Organismos de Certificación podrán entonces evaluar productos o sistemas de calidad de una entidad que sabe específicamente que hacer para tener un producto CERTIFICADO.

RECOPILACION, MANEJO E INTERPRETACION DE RESULTADOS

### 7.1.- Introducción.

Se presenta un resumen de resultados en forma tabular, que se obtuvieron al elaborar mezclas de concreto, experimentando con agregado grueso basáltico, que ocupó el lugar del material grueso andesítico que se utilizaba en la mezcla original.

En esta parte del trabajo, se anotan las cantidades de materiales para producir concreto con arena andesítica y agregado grueso ya mencionado, rendimiento volumétrico y un condensado de ensayos a la compresión simple.

Se aplica también el criterio de aceptación de la calidad del concreto, según el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y del Reglamento de Construcciones de Concreto Reforzado, ACI-89.

### 7.2.- Tabulación de mezclas modificadas.

En las tablas de datos correspondientes, se anotan observaciones numeradas, que serán útiles para entender el trabajo realizado.

- 1.- Significa el porcentaje de arena, respecto al total de agregados usados en el proporcionamiento original de la planta en el que figuraba la grava andesítica.
- 2.- Representa el porcentaje de arena respecto al total de agregados usados en el proporcionamiento de la mezcla de prueba, usando grava basáltica.
- 3.- Representa la relación A/C inicial para elaborar el diseño de la mezcla de prueba.
- 4.- Representa la relación A/C final del diseño, al hacer adiciones de cemento y agua para alcanzar el revenimiento de proyecto.
- 5.- Significa que al diseño de la mezcla de prueba se le hicieron correcciones por humedad y absorción de los agregados.
- 6.- Indica que el diseño teórico de la mezcla de prueba, se calculó con una densidad de la arena de 2.42.

- 7.- Indica que al diseño de la mezcla de prueba no se le hicieron correcciones por humedad y absorción de los agregados.
- 8.- Indica que el diseño teórico de la mezcla de prueba, se calculó con una densidad de la arena de 2,48.

TIPO DE CONCRETO : NORMAL - NO BOMBEABLE

REVENIMIENTO : 14 cm.

TAMAÑO MAXIMO : 20 mm.

N° de Diseño	f'c de Proy kg/cm <sup>2</sup>	Con- sumo Cem kg/m <sup>3</sup>	% de Arena		Relación A/C		Rev. f'c prom		% de f'c Obt.	Absorción	P. V. Obt. kg/m <sup>3</sup>	
			1 Orig	2 Modif	3 Orig	4 Modif	Obt. cm	Obt. Kg/cm <sup>2</sup>				
11	150	235	44.8	46	0.723	0.967	14.5	205	137	L. C	2300	5,6
13	150	235	44.8	49	0.723	0.913	14.0	199	132	L. C	2300	7,6
15	150	235	44.8	50	0.723	1.093	13.0	222	147	B	2414	7,6
06	200	280	43.7	45	0.607	0.945	14.0	236	118	B	2293	5,6
04	250	330	42.3	42	0.515	0.678	12.0	298	119	G	2321	5,6
05	250	330	42.2	44	0.552	0.825	14.0	287	115	L. C	2286	5,6
07	300	380	41.1	44	0.447	0.619	15.0	304	101	L. F	2300	5,6
09	300	380	41.1	43	0.619	0.619	14.5	323	108	B	2300	5,6
08	350	440	39.5	42	0.386	0.536	14.0	358	102	L. P	2307	5,6
10	350	440	39.5	41	0.536	0.543	14.0	362	103	B	2307	5,6

TIPO DE CONCRETO : NORMAL - NO BOMBEABLE

REVENIMIENTO : 10.0 cm.

TAMAÑO MAXIMO : 20 mm.

12	150	225	46.0	47	0.733	0.983	11.0	196	131	L. G	2300	5,6
14	150	225	46.0	49	0.983	0.983	12.0	197	131	L. G	2307	5,6
27	150	225	46.0	51	0.733	0.960	10.0	197	131	B	2321	7,6

TIPO DE CONCRETO: NORMAL - NO BOMBEABLE.

REVENIMIENTO : 10.0 cm.

TAMAÑO MAXIMO : 20 mm.

Nº de Diseño	f'c de Proy kg/cm <sup>2</sup>	Con- sumo Cem kg/m <sup>3</sup>	% de Arena		Relación A/C		Rev cm	f'c prom kg/cm <sup>2</sup>	% de f'c Obt	Selección	P. V. Obt, kg/m <sup>3</sup>	
			1 Orig	2 Modif	3 Orig	4 Modif						
16	200	170	44.9	47	0.611	0.757	10.5	231	140	B	2364	7,6
17	250	320	43.7	46	0.515	0.640	11.0	315	126	B	2314	7,8
18	300	365	42.6	45	0.452	0.575	11.0	348	116	B	2328	7,8
19	350	420	41.3	44	0.393	0.542	10.0	316	110	B	2257	7,8

TIPO DE CONCRETO : NORMAL- BOMBEABLE

REVENIMIENTO : 14.0 cm.

TAMAÑO MAXIMO : 20 mm.

20	150	240	51.3	52	0.716	0.938	15.0	219	146	L.G	2292	7,8
21	150	240	51.3	53	0.716	0.886	14.5	189	126	B	2278	7,8
22	200	285	50.3	52	0.603	0.732	13.0	255	127	B	2292	7,8
23	250	330	49.2	51	0.530	0.659	14.0	308	123	B	2314	7,8
02	250	330	49.2	49	0.530	0.664	14.5	325	130	L.G	2307	5,6
03	250	330	49.2	50	0.664	0.704	14.5	288	115	L.F	2286	5,6
24	300	380	48.0	50	0.480	0.581	13.0	344	115	B	2300	7,8
25	350	460	46.5	49	0.380	0.545	14.5	390	112	B	2271	7,8

TIPO DE CONCRETO : RESISTENCIA RAPIDA - NO BOMBEABLE  
 REVENIMIENTO : 10.0 cm.  
 TAMAÑO MAXIMO : 20 mm.

Nº de Diseño	f'c de Proy kg/cm <sup>2</sup>	Con- sumo Cem kg/m <sup>3</sup>	% de Arena		Relación A/C		Rev Obt cm	f'c prom Obt kg/cm <sup>2</sup>	% de f'c Obt	Aspecto	P. V. Obt. kg/m <sup>3</sup>	
			1 Orig	2 Modif	3 Orig	4 Modif						
26	150	245	45.1	49	0.673	0.864	9.5	191	127	B	2285	7,8
28	200	295	43.9	46	0.552	0.702	11.0	251	125	B	2364	7,8
29	250	350	42.5	45	0.446	0.589	9.5	290	116	B	2314	7,8
30	300	395	41.3	44	0.418	0.537	10.0	331	111	B	2335	7,8
31	350	455	39.5	43	0.362	0.478	9.0	356	102	B	2328	7,8

TIPO DE CONCRETO : RESISTENCIA RAPIDA - NO BOMBEABLE  
 REVENIMIENTO : 14.0 cm.  
 TAMAÑO MAXIMO : 20 mm.

32	150	265	44.5	49	0.641	0.792	14.0	204	136	B	2307	7,8
33	200	305	43.0	44	0.557	0.678	13.0	242	121	B	2328	7,8
34	250	365	41.5	43	0.446	0.615	13.0	307	123	B	2328	7,8
35	300	410	40.5	42	0.414	0.560	13.0	328	110	B	2328	7,8
36	350	475	38.5	41	0.358	0.480	13.0	344	98	B	2321	7,8

### 7.3.- Ajustes, aclaraciones y recomendaciones.

Los ajustes que se realizaron a las mezclas de prueba fueron:

- \* Modificar la densidad de la arena, debido a que era usada arena de la mica Lagresa, que tenía una densidad de 2.42, posteriormente ingreso un agregado fino de la mica Tribamex, que tenía una densidad de 2.48.

A los primeros 5 diseños se tendrá que revisar el resultado obtenido, debido a que no se tenía experiencia en este tipo de trabajo y por lo tanto no hubo seguridad en el procedimiento de trabajo adoptado.

Asimismo, se hacen las siguientes recomendaciones.

- \* En la mezcla de prueba N° 6, correspondiente a la modificación del diseño de mezcla de concreto de resistencia normal, no bombeable y revenimiento de 14 cm., se supone que con un porcentaje de 45% de arena, la mezcla tiene un aspecto bueno y una cohesión regular, pero se deberá considerar un 46% de agregado fino, para obtener características óptimas de la mezcla.
- \* En el diseño N° 5, se observó que la mezcla adquirió con un porcentaje de arena de 44%, un aspecto ligeramente gravudo y una cohesión buena, pero se deberá aumentar a un 45% de arena para mejorar las características del concreto.
- \* En lo que respecta a los diseños que corresponden a los concretos de resistencia rápida, no bombeables, revenimientos 10 y 14 cm. que tuvieron un aspecto ligeramente gravudo, se recomienda incrementar un 1% de arena a cada uno de los diseños, para mejorar el aspecto y la cohesión de la mezcla.

### 7.4.- Tabla de cantidades de materiales para producir concreto con arena andesítica y grava basáltica.

A continuación se resume en una tabla los datos necesarios para la producción de concreto premezclado combinando arena andesítica y grava de origen basáltico, y que constituyen los resultados derivados de la experimentación con este agregado grueso.

En esta tabla se anota la resistencia de proyecto, tipo de concreto, tamaño máximo de agregado, revestimiento de proyecto, consumo de cemento, cantidad de arena, grava y agua por metro cúbico de concreto.

FORMULAS CODIFICADAS PARA LA PRODUCCION DE  
CONCRETO PREMEZCLADO CON ARENA ANDESITICA  
Y GRAVA BASALTICA.

$f'c$ kg/cm <sup>2</sup>	TIPO	AGREG mm	REV cm	CEM kg/m <sup>3</sup>	ARENA kg/m <sup>3</sup>	GRAVA kg/m <sup>3</sup>	AGUA lt/m <sup>3</sup>
150	N	20	10	225	994	954	165
150	N	20	14	235	951	951	170
150	R	20	10	245	947	986	165
150	R	20	14	265	933	971	170
150	N	20	14	240	1014	899	172
200	N	20	10	270	890	1003	165
200	N	20	14	280	862	1012	170
200	R	20	10	295	876	1028	163
200	R	20	14	305	826	1051	170
200	N	20	14	285	977	992	172
250	N	20	10	320	863	1063	163
250	N	20	14	330	826	1009	170
250	R	20	10	350	836	1021	163
250	R	20	14	365	787	1043	170
250	N	20	14	330	898	935	175
300	N	20	10	365	828	1012	165
300	N	20	14	380	774	1015	170
300	R	20	10	395	800	1019	170
300	N	20	14	380	898	898	175

f'c kg/cm <sup>2</sup>	Tipo	Aggeg. mm	Rev cm	Cem kg/m <sup>3</sup>	Arroz kg/m <sup>3</sup>	Grava kg/m <sup>3</sup>	Agua lt/m <sup>3</sup>
300	N	20	14	380	898	898	175
350	N	20	10	420	791	1006	165
350	N	20	14	440	719	1034	170
350	R	20	10	455	762	1009	165
350	R	20	14	475	714	1028	170
350	N	20	14	460	848	883	175

7.5.- Se presenta un resumen en forma tabular de rendimientos reales obtenidos de algunas de las mezclas de prueba realizadas.

TABLA DE DISEÑO - RENDIMIENTO

DISEÑO	% RENDIMIENTO	DISEÑO	% RENDIMIENTO
1	102	19	105
2	100	20	101
3	98.4	21	102
4	100	22	101
5	101	23	101
6	101	24	102
7	102	25	104
8	102	26	102
9	97.7	27	100
10	97.9	28	99.9
11	100	29	101
12	100	30	101
13	100	31	102
14	96.6	32	101
15	99.5	33	101
16	99.7	34	101
17	102	35	101
18	101	36	102

7.6.- Resumen de resultados de ensayos a compresión.

Se presentan a continuación un resumen de resultados de ensayos a la compresión simple, usando especímenes cilíndricos con una relación de esbeltez igual a dos, es decir, con una relación de 30 cm. de altura por 15 cm. de diámetro.

El procedimiento que se aplica es el siguiente: los cilindros se "cabecean" cuidadosamente con un mortero de azufre o pasta de cemento a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo, esto es, según el método especificado en la norma NOM - C - 109 - 1977 "CABECEO DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO "

Posteriormente se pasa a la operación de aplicar a los cilindros una carga de compresión simple perpendicular al plano transversal del espécimen, lo cual constituye la prueba de resistencia a la compresión según el método descrito en la norma NOM - C - 83 "DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO.

TIPO DE CONCRETO : NORMAL- NO BOMBEABLE

REVENIMIENTO : 10.0 cm.

TAMAÑO MAXIMO : 20 mm.

Nº DE CILINDRO	RESISTENCIA DE PROYECTO kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS	RESISTENCIA OBTENIDA kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA. %	RESISTENCIA PROMEDIO %
12	150	7	133	88	88
			132	88	
		28	203	135	130
			189	126	

14	150	7	128	86	81
			114	76	
		28	195	132	132
			195	132	
27	150	7	133	89	90
			139	92	
		28	193	129	131
			200	133	
16	200	7	181	90	90
			179	89	
		28	283	141	140
			279	138	
17	250	7	219	88	87
			217	87	
		28	326	130	125
			303	121	
18	300	7	257	85	87
			258	89	
		28	351	117	116
			345	115	
19	350	7	305	87	85
			292	83	
		28	386	110	110
			385	110	

TIPO DE CONCRETO : NORMAL - NO BOMBEABLE

REVENIMIENTO : 14.0 cm.

TAMAÑO MÁXIMO : 20 mm

Nº DE CILINDRO	RESISTENCIA DE PROYECTO kg/cm <sup>2</sup>	EDADES	RESISTENCIA OBTENIDA. kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	RESISTENCIA PROMEDIO %
11	150	7	131	87	81
			114	76	
		28	206	137	136
			204	136	
13	150	7	139	92	95
			146	97	
		28	206	137	132
			192	128	
15	150	7	133	89	87
			129	86	
		28	219	146	147
			224	149	
06	200	7	172	86	85
			170	85	
		28	236	118	118
			236	118	
04	250	7	215	86	89
			232	93	
		28	297	148	148
			298	149	
05	250	7	229	92	83
			213	85	
		28	290	116	115
			285	114	

Nº DE CILINDROS	RESISTENCIA DE PROYECTO kg/cm <sup>2</sup>	EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA OBTENIDA kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	RESISTENCIA PROMEDIO %
07	300	7	248	83	85
			265	88	
		28	291	98	101
			316	105	
09	300	7	254	85	85
			258	86	
		28	322	107	107
			324	108	
08	350	7	304	87	87
			305	87	
		28	355	101	102
			361	103	
10	350	7	303	86	87
			308	88	
		28	377	108	103
			348	99	

TIPO DE CONCRETO : NORMAL - BOMBEABLE

REVENIMIENTO : 14.0 cm.

TAMAÑO MAXIMO : 20 mm.

20	150	7	141	94	93
			140	93	
		28	215	144	146
			222	148	
21	150	7	118	79	79
			118	79	
		28	174	116	125
			203	135	

22	200	7	173	87	86
			171	85	
		28	255	127	127
			255	127	
23	250	7	213	85	84
			208	83	
		28	305	122	123
			311	124	
02	250	7	226	90	90
			224	89	
		28	334	133	130
			317	127	
03	250	7	218	87	87
			220	88	
		28	285	114	115
			290	116	
24	300	7	237	79	79
			238	79	
		28	325	108	114
			364	121	
25	350	7	298	85	85
			300	86	
		28	402	115	111
			378	108	

TIPO DE CONCRETO : RESISTENCIA RAPIDA - NO BOMBEABLE  
 REVENIMIENTO : 10.0 cm.  
 TAMAÑO MAXIMO : 20 mm.

NO DE CILINDRO	RESISTENCIA DE PROYECTO kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS	RESISTENCIA OBTENIDA kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	RESISTENCIA PROMEDIO %
26	150	3	99	66	66
			98	65	
		14	191	127	127
			190	127	
28	200	3	188	94	94
			189	94	
		14	254	127	126
			248	124	
29	250	3	229	91	91
			231	92	
		14	289	115	115
			291	116	
30	300	3	246	82	81
			237	79	
		14	335	112	111
			327	109	
31	350	3	257	73	71
			242	69	
		14	359	103	102
			353	101	
32	150	3	118	78	78
			116	78	
		14	203	135	135
			205	136	

33	200	3	159	79	78
			151	76	
		14	242	121	121
			241	121	
34	250	3	199	79	77
			190	76	
		14	299	119	122
			314	126	
35	300	3	210	70	71
			217	72	
		14	322	107	109
			335	112	
36	350	3	290	83	81
			278	79	
		14	347	99	98
			340	97	

Nº de muestra	ft kg/cm <sup>2</sup>	ft prom. kg/cm <sup>2</sup>	Rev. proy. cm.	Rev. obt. cm.	F. V. obt. kg/m <sup>3</sup>	Prom. de ft de 3 parejas consecutivas
11	150	205	14	14.5	2300	
12	150	196	10	11.0	2300	200
13	150	199	14	14.0	2300	
14	150	197	10	12.0	2307	
15	150	222	14	13.0	2514	
20	150	196	10	11.0	2300	205
21	150	189	14	14.5	2278	
26	150	191	10	9.5	2285	195
32	150	204	14	14.0	2307	



de todos los conjuntos de tres parejas consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, no son menores que  $f'c = 17 \text{ kg/cm}^2$ . Sección 11.3.3 N.T.C.

Por tanto:  
Pareja de cilindros con resistencia menor a  $f'c = 17 \text{ kg/cm}^2$ , Ninguna Promedios de resistencia de todos los conjuntos de tres parejas consecutivas menores a  $f'c = 17 \text{ kg/cm}^2$ . Superior a  $f'c$ .

Por lo tanto, cumple con la resistencia especificada,

De esta manera, se cumple con el Artículo 259 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en lo que se refiere a la verificación de la calidad de este material.

\* Reglamento ACI - 89.

Sección 5.6.2.3. El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto será considerado satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes.

- a) El promedio de todas las series de tres pruebas de resistencia consecutivas es igual o superior a la  $f'c$  requerida.
- b) Ningún resultado individual de la prueba de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que  $f'c$  por más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

De esta forma, de la tabla de datos anteriores, se tiene:

- i) Se cumple el inciso a), ya que todos los promedios de  $f'c$  de todas las series de tres pruebas son mayores a la resistencia requerida.
- ii) Se cumple el inciso b), ya que ningún resultado individual de resistencia es menor a la resistencia requerida.

Por lo tanto, se concluye que el concreto es satisfactorio.

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

#### VIII.- Comentarios y conclusiones.

A través de la realización de este trabajo, se ha tratado de exponer en forma concisa, pero sin perder claridad y sencillez, una introducción al control de calidad del material de construcción más usado en nuestro país, que es el concreto.

En base a la experiencia profesional adquirida, a la inquietud que existe actualmente por el conocimiento de este material de construcción y por los tiempos actuales que se viven en donde hay una fuerte competitividad tanto nacional como internacional, se derivan algunas consideraciones:

- \* Es necesario conocer más de cerca la fabricación y control de calidad del concreto premezclado, ya que de este conocimiento y aplicación dependerá el que la obra garantice un comportamiento adecuado, fundamentado en la calidad del concreto utilizado.
- \* Tener un conocimiento preciso de las pruebas de verificación de la calidad que se aplican al concreto al recibirlo en la obra.
- \* Saber cuando utilizar un aditivo, ventajas y desventajas de los mismo. Conocer sus efectos que produciría en la estructura de concreto donde se pretenda utilizarlo.
- \* Si se usa concreto hecho en obra, tener un criterio de diseño sencillo para poder aplicarlo cuando sea requerido
- \* Actualizarse continuamente en esta materia, ya que se necesitará cumplir con un nivel y normas de calidad nacionales e internacionales, exigidas por la competitividad inducida por el Tratado de Libre Comercio.

Actualmente, el concreto ha adquirido una importancia fundamental; diversas instituciones educativas, organismos particulares, la industria, etc., han mostrado su interés en un mayor conocimiento y aplicación de este material.

En este trabajo se ha desarrollado en forma general, los prin

principales aspectos relacionados a la producción en planta del concreto premezclado, desde los estudios de las materias primas, su combinación para producir una mezcla con determinadas características, hasta su recepción en obra y la aplicación de criterios sencillos para calificar la calidad del concreto que se está comprando.

Asimismo, se hacen algunas consideraciones de tipo legislativo y normativo plasmadas en reglamentos de construcción como los que se mencionan en este trabajo.

Espero que esta pequeña obra, resultado de la experiencia adquirida en laboratorios de control de calidad del concreto en plantas concretas y privados, aunada a la investigación realizada, sirva como apoyo a la práctica profesional y a los estudiantes, así como a otras personas relacionadas a la aplicación de este material de construcción, para aumentar su conocimiento de este tema y de esta manera contribuir a que la construcción en México pueda ofrecer edificaciones con la máxima calidad al menor costo posible y por ende, ser aún más competitivos tanto en el mercado de la construcción nacional como en el plano internacional.

## BIBLIOGRAFIA

LIBROS

Cales, Yesos y Cementos  
Mera Gomez, José Cruz  
E.S.I.A., I.P.N.  
1982

Tecnología del Concreto  
A. M. Neville  
IMCYC  
Tomo I

El Concreto en la Obra Tomo I  
IMCYC  
Limusa  
1988

Control de Calidad del Concreto  
Ortiz Fernandez, Alvaro  
Fundec, A. C.  
Facultad de Ingeniería, UNAM.

MANUALES

Manual para Muestreo de Concreto  
AMIC- ANALISEC  
1989

Manual de Procedimientos de Prueba en  
Laboratorio de Control de Calidad

El Concreto Premezclado:  
Su manejo y colocación  
AMIC (Asociación Mexicana de la Industria  
del Concreto Premezclado, A.C.)

REGLAMENTOS

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal  
México, D.F. 1987

Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado  
( ACI 318-89 )

Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de  
Construcciones para el Distrito Federal.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Muestreo de Cementantes Hidráulicos DGN - 130 - 1968

Determinación de la Finura de los Cementantes Hidráulicos  
( Método de Permeabilidad al Aire )  
C - 56 - 78

Fraguado Falso del Cemento Portland por el Método de Pasta  
DGN - C - 132 - 1970

Determinación del Tiempo de Fraguado de Cementantes Hidráulicos  
( Método de Vicat )  
NOM - C - 59 - 1975

Agua para Concreto. Muestreo NOM - C - 277 - 1979

Agua para Concreto. Análisis NOM - C - 283 - 1982

Agua para Concreto. NOM - C - 122 - 1982

Agregados - Muestreo NOM - C - 30 - 1986

Muestreo de Concreto Fresco. NOM - C - 161 - 1987

Determinación del Revenimiento NOM - C - 156 - 1988

Determinación del Peso Unitario, Cálculo del Rendimiento y  
Contenido de Aire del Concreto. NOM - C - 162 - 1985

Elaboración y Curado en Laboratorio de Especímenes de Concreto.

NOM - C - 159 - 1985

Elaboración y Curado en Obra de Especímenes de Concreto.

NOM - C - 160 - 1986

Determinación de la Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto .

NOM - C - 83 - 1988

Cabeceo de Especímenes Cilíndricos

NOM - C - 109 - 1985

Determinación del Índice de Rebote Utilizando el Dispositivo Conocido como Esclerómetro

NOM - C - 192 - 1986

Obtención y Prueba de Corazones y Vigas Extraídos de Concreto Endurecido

NOM - C - 169 - 1978

Agregados - Especificaciones. NOM - C - 111 - 1988

NORMAS A.S.T.M.

Finura del Cemento Hidráulico por Medio de la Malla No. 325

C - 430 - 1968

Resistencia a la Compresión de Morteros de Cemento Hidráulico, Usando Especímenes Cúbicos de 5 cm ( 2 " )

REVISTAS

Obras

Julio, 1992

Construcción y Tecnología

IMCYC

No. 51 Agosto 1992

Construcción y Tecnología

IMCYC

No. 55 Dic. 1992

Construcción y Tecnología

IMCYC

No. 67 Dic. 1993

CURSOS

Residentes de Construcción

División de Educación Continua

Facultad de Ingeniería, UNAM

1986

Construcción I

Fac. de Ingeniería, UNAM

CATALOGO

SOILTEST      Materials Testing Catalog.      USA.

7. Juárez Nájilo, E., y Rico Rodríguez, A., (1994), "Fundamentos de la Mecánica de Suelos", tomo I, 3a. ed, Limusa, México, D.F.
8. Li Kiangyue y Romo M. P., (1992), "TPST92: Un programa de elementos finitos para simular procesos constructivos en suelos elasto-plásticos", Informe interno, Instituto de Ingeniería, UNAM.
9. Mana, A. I., and Clough, G. W., (1981), "Prediction of Movements for Braced Cuts in Clay", *Journal of the Geotechnical Division, ASCE*, Vol. 107, No. GT6, June, 1981, pp 759-778.
10. Marsal R. J. y Mazari M., (1969), "El subsuelo de la ciudad de México", Volumen Carrillo, Proyecto Texcoco, México, D.F.
11. O' Rourke, T. D., (1981), "Ground Movements Caused by Braced Excavations", *Journal of the Geotechnical Division, ASCE*, Vol. 107, No. GT9, September, pp 1159-1178.
12. Peck, R. B., (1969), "Deep Excavations and Tunneling in Soft Ground", *Proceedings of the 7 th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, State of the Art - Volume*, México. D. F., pp 225-290.
13. Reséndiz D. y Zonana J., (1969), "The Short Term Stability of Open Excavations in Mexico City Clay", Volumen Carrillo, Proyecto Texcoco, México, D.F.
14. Romo M. P., Ruelas S., Magaña R., Sánchez A., (1992), "Comportamiento de las excavaciones para el cruce de las líneas 8 y 9 del metro", XVI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Casos historia en mecánica de suelos, Zacatecas, Zac., México, Vol I, pp 39-46.
15. Terzaghi, K., "General Wedge Theory of Earth Pressure", *Transactions, American Society of Civil Engineers*, Vol. 106, pp 68-97.
16. Terzaghi, K., (1943), "Teoretical Soil Mechanics", John Wiley and Sons, Inc., New York, N. Y.
17. Tschebotarioff, G. P., (1973), "Foundations, Retaining and Earth Structures, 2 nd ed., Mc Graw-Hill, New York.