



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

23
2oj.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPÚS ARAGÓN

"MANUAL DE PRACTICAS DE RECURSOS DE LA
CONSTRUCCION "

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 :

JOSE MARTIN HERRERA PEREZ

ASESOR: ING. CELIA MARTINEZ RAYON

SAN JUAN DE ARAGÓN , ESTADO DE MEXICO, 1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

257782



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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

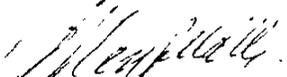
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
PRESENTE.

En contestación a su solicitud de fecha 17 de marzo del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que la profesora, Ing. CELIA MARTÍNEZ RAYÓN pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado, "MANUAL DE PRÁCTICAS DE RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México., 19 de marzo de 1997
EL DIRECTOR


M en CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO

c c p Jefe de la Unidad Académica.
c c p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil.
c c p Asesor de Tesis.

CCMC'AIR'la.




ÍNDICE

Agradecimientos

CAPITULO I

ENSAYES EN COMPUESTOS CEMENTANTES

PRÁCTICA # 1-----	2
EL YESO	
Introducción	
Objetivo	
Material	
Equipo	
Desarrollo	
Observaciones y recomendaciones	
Conclusiones	
PRÁCTICA # 2-----	13
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	
Introducción	
Objetivo	
Material	
Equipo	
Desarrollo	
Observaciones y recomendaciones	
Conclusiones	
PRÁCTICA # 3-----	17
FRAGUADO	
Introducción	
Objetivo	
Material	
Equipo	
Desarrollo	
Observaciones y recomendaciones	
Conclusiones	
PRÁCTICA # 4-----	22
CALOR DE HIDRATACIÓN	
Introducción	

Objetivo
Material
Equipo
Desarrollo
Observaciones y recomendaciones
Conclusiones

ANEXO FOTOGRAFICO 1-----28

CAPITULO II

ENSAYES EN ELEMENTOS PÉTREOS

PRÁCTICA # 5-----32

MUESTREO Y CUARTEO DE LOS AGREGADOS

Introducción

Objetivo

Material

Equipo

Desarrollo

Observaciones y recomendaciones

Conclusiones

PRÁCTICA # 6-----36

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LA ARENA

Introducción

Objetivo

Material

Equipo

Desarrollo

Observaciones y recomendaciones

Conclusiones

PRÁCTICA # 7-----42

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LA GRAVA

Introducción

Objetivo

Material

Equipo

Desarrollo

Observaciones y recomendaciones

Conclusiones

PRÁCTICA # 8 Y 9-----	47
ABSORCIÓN Y PESO ESPECÍFICO DE LA ARENA Y DE LA GRAVA	
Introducción	
Objetivo	
Material	
Equipo	
Desarrollo	
Observaciones y recomendaciones	
Conclusiones	
PRÁCTICA # 10 Y 11-----	57
PESO VOLUMÉTRICO Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS (ARENA Y GRAVA)	
Introducción	
Objetivo	
Material	
Equipo	
Desarrollo	
Observaciones y recomendaciones	
Conclusiones	
ANEXO FOTOGRAFICO 2-----	65

CAPITULO III

ENSAYES EN HORMIGÓN

PRÁCTICA # 12 Y 13-----	72
DOSIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO PARA UNA LOSA	
Introducción	
Objetivo	
Material	
Equipo	
Desarrollo	
Observaciones y recomendaciones	
Conclusiones	
ANEXO A	
CURVAS DE ABRAHAMAS-----	90
PRÁCTICA # 14-----	92
PRUEBA DE COMPRESIÓN SIMPLE EN CILINDROS DE CONCRETO	

Introducción
Objetivo
Material
Equipo
Desarrollo
Observaciones y recomendaciones
Conclusiones

PRÁCTICA # 15-----99

PRUEBA BRASILEÑA DE TENSIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO

Introducción
Objetivo
Material
Equipo
Desarrollo
Observaciones y recomendaciones
Conclusiones

ANEXO FOTOGRÁFICO 3-----103

CAPITULO IV

ENSAYES EN ELEMENTOS METÁLICOS

PRÁCTICA # 16-----108

RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y EFECTOS DE LA TEMPERATURA EN UN ELEMENTO DE ACERO

Introducción
Objetivo
Material
Equipo
Desarrollo
Observaciones y recomendaciones
Conclusiones

PRÁCTICA # 17-----116

CORROSIÓN EN EL ACERO

Introducción
Objetivo
Material
Equipo
Desarrollo

Observaciones y recomendaciones
Conclusiones

ANEXO FOTOGRÁFICO 4-----120

CAPITULO V

ENSAYES EN BLOQUES Y LADRILLOS

PRÁCTICA # 18 Y 19-----125

PRUEBA DE ABSORCIÓN Y COMPRESIÓN EN BLOQUES Y
LADRILLOS

Introducción

Objetivo

Material

Equipo

Desarrollo

Observaciones y recomendaciones

Conclusiones

ANEXO FOTOGRÁFICO 5-----137

CAPITULO VI

ENSAYES EN ESPECÍMENES DE MADERA

PRÁCTICA # 20-----140

FLEXIÓN EN VIGAS DE MADERA

Introducción

Objetivo

Material

Equipo

Desarrollo

Observaciones y recomendaciones

Conclusiones

PRÁCTICA # 21-----152

AGENTES DESTRUCTIVOS DE LA MADERA

Introducción

Objetivo

Material

Equipo

Desarrollo
Observaciones y recomendaciones
Conclusiones

ANEXO FOTOGRAFICO 6-----158

CAPITULO VII

CONCLUSIONES 160

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFÍA 162

AGRADECIMIENTOS

A MI MADRE.

MARÍA PÉREZ VARGAS:

POR SER LA QUÍA DE MIS PASOS Y EJEMPLO DE
CONSTANCIA AUN EN LAS ADVERSIDADES MÁS
SEVERAS.

A MI PADRE.

NORBERTO HERRERA DOMÍNGUEZ:

g. e. p. d.

POR SU ENSEÑANZA Y POR HACER DE MÍ LO
QUE AHORA SOY.

A MIS HERMANOS:

PORQUE DE ELLOS RECIBÍ EL IMPULSO
NECESARIO EN EL MOMENTO JUSTO PARA
SEGUIR MIS ESTUDIOS.

GRACIAS.

JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ.

A MIS PARIENTES Y AMIGOS:

ZUNENES INCONDICIONALMENTE ME
TENDIERON LA MANO Y SU APOYO PARA
ALCANZAR LA META QUE CONCELIAMO.

A MI ASESORA DE TESIS:

INGENIERA CELIA MARTÍNEZ RAYÓN. GRACIAS
POR LA AYUDA Y LA PACIENCIA PARA LA
CONDUCCIÓN DE ÉSTA TESIS. POR LA AMISTAD
BROTADA Y POR LOS COMENTARIOS PARA MI
SUPERACIÓN PROFESIONAL.

AL INGENIERO MIGUEL ÁNGEL CORONA
DELGADO:

POR LA AMISTAD QUE TENEMOS. POR LA
AYUDA EN LA REALIZACIÓN DE ÉSTE TRABAJO Y
POR LAS CRITICAS EN LA FORMACIÓN
PROFESIONAL.

GRACIAS

JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ

ESTE TRABAJO LO DEDICO ESPECIALMENTE A

PATRICIA RODRIGUEZ V.:

POR LA CONFIANZA DEPOSITADA EN MÍ Y
PORQUE SIN SU APOYO NO HABRÍA ENCONTRADO LA
RAZÓN DE MI EXISTENCIA.

CON CARÍMO SINCERO:

JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO:

POR PERMITIRME SER PARTE DE ELLA Y
LOGRAR UN SUEÑO QUE PRONTO SERÁ
REALIDAD.

A MIS PROFESORES:

POR LA ENSEÑANZA RECIBIDA. LOS
CONOCIMIENTOS QUE TRANSMITIERON
DURANTE MI ESTANCIA EN EL PLANTEL Y
DESMOTIVADO AFAN EN DESPERTAR LA
INQUIETUD HACIA EL ESTUDIO Y SUPERACIÓN.

GRACIAS

JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ.

U.N.A.M.

CAMPUS ARAGON

CAPITULO I

ENSAYES EN COMPUESTOS CEMENTANTES

ENSAYES EN CEMENTANTES

INTRODUCCIÓN:

EL YESO

Es el producto resultante de la deshidratación parcial o total del algez o piedra de yeso. Reducido a polvo y amasado con agua, recupera el agua de cristalización, endureciéndose

Se encuentra muy abundante en la naturaleza, en los terrenos sedimentarios presentándose bajo dos formas: cristalizado, anhidro (SO_2Ca), llamado anhidrita, y con dos moléculas de agua ($\text{SO}_4\text{C}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), denominado piedra de yeso o algez.

El yeso se adhiere poco a las rocas, maderas, oxida al hierro. Uno de los componentes del yeso es el cinc el cual si contiene plomo es atacado electrolíticamente. Este cementante no puede usarse a la intemperie, porque la humedad y el agua lo reblandece y degrada. Es un buen aislante del sonido, protege a las maderas y el hierro contra el fuego, ya que su deshidratación lenta absorbe el calor en grandes cantidades y la capa deshidratada protege largo tiempo a las inferiores.

Por ser soluble en el agua no se puede emplear en exteriores, debiéndose proteger con enlucidos impermeables, como las pinturas bituminosas y el aceite.

El yeso bien cocido es de color blanco y de pastas untosas; poco cocido es árido y forma pasta trabada, y el excesivamente cocido no forma pasta untosa. Los yesos de mala calidad son de color amarillento, tardan mucho en fraguar y se agrietan en los enlucidos.

CLASES DE YESOS.

Los yesos se clasifican en semihidratados y anhidros, siendo los primeros los de mayor empleo en construcción, y a los que pertenecen los yesos blancos o negros. Al segundo, la anhidrita, yesos hidráulicos y alúmbrico.

Yeso negro o gris. se obtiene con algez que contiene gran cantidad de impurezas, directamente calcinado, se ennegrece con humos y cenizas de los combustibles, groseramente molido, llegando a dejar del 30 a 50% en el tamiz de 0.2 mm Tiene una riqueza del 60% de semihidrato y se emplea en obras como, bóvedas, tabiques y tendidos.

Yeso blanco. contiene un 80% de semihidrato, está bien molido, dejando del 1 al 10% en el tamiz de 0.2 mm. Se emplea para enlucir paredes, estucos y blanqueos

Escayola: es el yeso blanco de la mejor calidad, contiene 90% de semihidrato, finura del 1% en el tamiz de 0.2 mm; está formado casi exclusivamente por semihidrato es empleado para vaciados, molduras y decoración

EXTRACCIÓN DE LA PIEDRA DE YESO.

Se hace por los procedimientos corrientes, a cielo abierto o en galería, según la disposición de la cantera, como no es una roca dura, se emplean barrenos de pólvora negra o de mina, procurando que se fragmente, con objeto de reducir lo más posible la trituración, que es dificultosa por ser muy elástico.

Trituración.

Se emplean las machacadoras de mandíbulas, las cuales están constituidas por dos placas gruesas de acero acanaladas, colocadas una verticalmente y la otra inclinada, ésta, fija por la parte superior, y sometida a un movimiento de vaivén la inferior, mediante una biela accionada por la excentricidad de un volante Según sea la abertura que dejan estas mandíbulas, se obtiene un producto de mayor o menor tamaño.

Cocción.

La fabricación industrial de semihidrato se hace por dos procedimientos distintos: el primero, o americano, la molenda precede a la cocción, obteniéndose el yeso de fábrica y estuco, el segundo procedimiento, o francés, la piedra de yeso

es fragmentada a un tamaño determinado, cociéndose y moliéndose posteriormente, se logra una mezcla más homogénea. Este procedimiento se emplea para obtener yeso fino para moldear.

Ensilado o almacenado.

El yeso conviene usarlo cuanto antes mejor, pues si absorbe la humedad no fragua, almacenándose en silos o depósitos elevados, protegidos de la humedad.

Aplicaciones del yeso.

Se emplea para fabricar tabiques, bóvedas, enlucidos, pavimentos continuos, moldes, mármol artificial, blanqueos, etc.

Ensayos del yeso.

Entre las pruebas que se le hacen al yeso tenemos:

- Finura.
- Consistencia normal.
- Fraguado.
- Resistencia a flexión.
- Resistencia a compresión.

OBJETIVO:

Conocer la consistencia de una pasta de yeso y agua. Así como observar el comportamiento de una muestra de este material sujeta a carga.

MATERIAL:

- 2.0 kg. de yeso.
- 1.0 lt de agua limpia o destilada.
- Suficiente grasa desmoldante.

EQUIPO:

- Báscula de 5 kg. con sensibilidad de 5 gr.
- Cubeta de 10 lts. de capacidad.

Probeta graduada
Cuchara de albañil.
6 moldes de 4 x 4 x 4 cm. para la compresión.
Charola.

DESARROLLO:

1.- Se mide un litro de agua y se vierte en la cubeta, se engrasan los moldes.

2.- Se pesa el yeso y se vierte en la cubeta. Con ayuda de la cuchara de albañil se agita la pasta para obtener una mezcla homogénea.

3.- Se llenan los moldes vaciando lentamente la mezcla de tal modo que sea simultáneo el llenado para todos, estando sobre la charola.

4.- Se sacude ligeramente la charola para tratar de expulsar las burbujas de aire que pudieran haberse quedado en los moldes, con la espátula se engrasan las muestras.

5.- Los moldes llenos se dejan en la cámara de curado durante 24 horas. Pasado este tiempo se desmoldan y se ponen a secar en un horno a temperatura de $30 \pm 10^\circ \text{C}$, pesándolas cada 24 horas, hasta obtener un peso constante (0.2 gramos de aproximación).

6.- Se prueban las muestras a compresión, se promedian los resultados y se comparan los datos entre sí. Para este propósito se anexa un formato en el que se anotarán los datos obtenidos, así como cálculos y resultados.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Se debe tener en cuenta la rapidez con que el yeso fragua para no tener problemas por este conducto.

Es de manera importante el modo de sacudir los moldes para evitar que los cubos de yeso al fraguar, contengan aire atrapado en su interior pues este puede alterar la carga resultante.

Al realizarse ésta práctica se comparó los datos de muestras sumergidas en el agua contra muestras que se conservaron secas para observar el efecto que el agua tiene en la aplicación de yeso a la intemperie.

CONCLUSIONES:

Como se puede observar de los resultados de la práctica no es conveniente la utilización del yeso a la *intemperie*, donde sea factible que este se humedezca por reducir la capacidad de carga que es pequeña en comparación con otros cementantes como se verá en prácticas posteriores.

Es conocido que el yeso solo se utiliza en acabados interiores, en ciertas bibliografías se le utiliza como un indicador de fallas en la estructuras, como en hundimientos diferenciales, al agrietarse.

Se debe hacer notar la influencia que la humedad del medio ambiente es determinante para la capacidad de carga del yeso, pues la práctica se llevo a cabo en época de lluvias y esto puede ser la causa en la disminución gradual de esta propiedad, como también lo podemos constatar con las muestras que se mantuvieron húmedas.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCION

RESISTENCIA A COMPRESIÓN
EN EL YESO

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 FECHA: 23 AGOSTO 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	P (CARGA)	UNIDADES
PESO DE LA MUESTRA DE YESO HUMEDO A LOS:		
7 DÍAS	1075	Kgs
14 DÍAS	1045	Kgs
28 DÍAS	971	Kgs
PESO DE LA MUESTRA DE YESO SECO A LOS:		
7 DÍAS	3825	Kgs
14 DÍAS	3160	Kgs
28 DÍAS	3145	Kgs

CÁLCULOS:

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA HUMEDA A LOS :			
7 DÍAS =	$\sigma = \frac{P}{A}$	=	$\frac{1075}{0.3481} = 3088.19 \text{ Kg/m}^2$
14 DÍAS =	$\sigma = \frac{P}{A}$	=	$\frac{1045}{0.3481} = 3002.01 \text{ Kg/m}^2$
28 DÍAS =	$\sigma = \frac{P}{A}$	=	$\frac{975}{0.3481} = 2800.92 \text{ Kg/m}^2$
CÁLCULO DE LA RESISTENCIA SECA A LOS :			
7 DÍAS =	$\sigma = \frac{P}{A}$	=	$\frac{3825}{0.3481} = 10988.22 \text{ Kg/m}^2$
14 DÍAS =	$\sigma = \frac{P}{A}$	=	$\frac{3160}{0.3481} = 9077.85 \text{ Kg/m}^2$
28 DÍAS =	$\sigma = \frac{P}{A}$	=	$\frac{3145}{0.3481} = 9034.76 \text{ Kg/m}^2$

EL CEMENTO

INTRODUCCIÓN:

Se le atribuye a José Aspdin la invención del cemento Portland, pues lo patentó en 1824, y por el parecido de color que adquiere, después del fraguado, con la piedra de la localidad inglesa de Portland, le puso este nombre.

CLASIFICACIÓN.

Existen varias maneras de clasificarlos, según el fraguado, composición química y aplicación.

a). Con relación al tiempo de fraguado, se dividen en cementos de fraguado rápido (cementos romanos) y lentos.

b). Por su composición química se denominan cementos naturales, Portland, grappiers, escorias, puzolánicos, aluminosos, sulfatados, etc., usado en Europa.

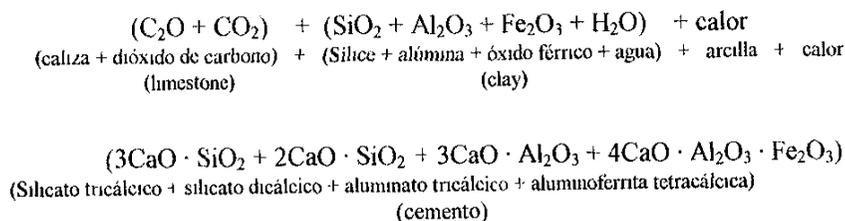
c). Según sus aplicaciones de altas resistencias iniciales, resistentes a sulfatos, bajo calor de hidratación, como en Norteamérica.

FABRICACIÓN

Los cementos Portland se elaboran con la incorporación de una mezcla de materiales calcáreos (piedra caliza) y arcillosos. La materia prima se dosifica con todo cuidado para tener las cantidades correctas de cal, sílice, óxido de aluminio y óxido de hierro. Después de triturarlos para facilitar la calcinación, la materia prima se pasa a un largo horno rotatorio, que se mantiene a una temperatura de alrededor de 1500° C. La materia prima, durante su calcinación, sufre una reacción química y forma nódulos duros, del tamaño de una nuez, de un nuevo material llamado Clinker.

El Clinker, después de descargarlo del horno y enfriarlo, se tritura para formar un polvo fino (no menos de 1600 cm² por grano de superficie específica). Durante este proceso de trituración, se agrega un retardador (por lo general un porcentaje pequeño de yeso) para controlar la velocidad del fraguado en el momento en que se hidrate el cemento. El polvo fino resultante es el cemento Portland.

Dado que el cemento Portland se deriva de materia prima *sin refinar*, por lo general suele haber otros compuestos presentes, además de los compuestos esenciales, indicados en la siguiente ecuación:



Como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, no resulta práctica su representación con una fórmula química. No obstante, hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento, a saber: silicato tricálcico (C₃S), silicato dicálcico (C₂S), aluminato tricálcico (C₃A) y aluminoferrita tricálcica (C₄AF). Cada uno de estos compuestos puede identificarse en la estructura del Clinker de cemento Portland vista al microscopio y cada uno aporta propiedades características que determinan la mezcla final.

Dos silicatos de calcio, que constituyen alrededor del 75% por peso del cemento Portland reaccionan con el agua para producir dos nuevos compuestos: gel de tobermorita, alrededor del 50% e hidróxido de calcio, en un 25%.

Cada producto de la reacción de hidratación desempeña una función en el comportamiento mecánico de la pasta endurecida. El más importante de ellos, es el compuesto llamado gel de tobermorita, principal compuesto aglomerante de la pasta de cemento.

El diámetro promedio de un grano de cemento Portland proveniente de la trituración del Clinker es de alrededor de 10 micras. Las partículas del producto de hidratación, gel de tobermorita, son del orden de una milésima de ese tamaño. La enorme área de superficie del gel (alrededor de 3 millones de cm² por grano) produce fuerzas atractivas entre las partículas, porque los átomos en cada superficie tratan de completar sus enlaces insaturados por medio de absorción.

Por tanto, el gel de tobermorita forma la base de la pasta de cemento endurecida y del concreto, porque liga o aglutina a todos los componentes.

Cada uno de los cuatro compuestos principales del cemento Portland contribuye en el comportamiento del cemento, cuando pasa del estado plástico al endurecido después de la hidratación.

El silicato tricálcico (C_3S): produce la alta resistencia inicial del cemento Portland hidratado. Pasa del fraguado inicial al final en unas cuantas horas. La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento está en relación directa con el calor de hidratación; cuanto más rápido sea el fraguado, tanto mayor será la exotermia. El C_3S hidratado casi alcanza su mayor resistencia en siete días.

El silicato dicálcico (C_2S): se encuentra en tres formas designadas: alfa, beta y gama. Dado que la fase alfa es inestable a la temperatura ambiente y la fase gama no muestra endurecimiento al hidratarla, sólo la base beta es importante en el cemento Portland. El C_2S beta requiere algunos días para fraguar. Es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento Portland. Debido a que la reacción de hidratación avanza con lentitud, hay un bajo calor de hidratación.

El aluminato tricálcico (C_3A): exhibe fraguado instantáneo al hidratarlo. Es el causante primario del fraguado inicial del cemento Portland y desprende grandes cantidades de calor durante la hidratación. El yeso agregado al cemento Portland durante la trituration o molienda en el proceso de la fabricación se combina con el C_3A para controlar el tiempo de fraguado.

La aluminoferrita tetracálcica (C_4AF): es semejante al C_3A , porque se hidrata con rapidez y sólo desarrolla baja resistencia. No obstante, al contrario del C_3A no muestra fraguado rápido.

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND.

Los cementos Portland, por lo general, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de especificaciones. Los tipos se distinguen según los requisitos tanto químicos como físicos

Tipo I: cemento para usos generales, es el que más se emplea para fines estructurales cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para los otros cuatro tipos de cemento.

Tipo II: cemento modificado para usos generales y se emplea cuando se prevé una exposición moderada al ataque de sulfatos o cuando se requiere un moderado calor de hidratación.

Tipo III: cemento de alta resistencia inicial, recomendable cuando se necesita una resistencia temprana en una situación particular de construcción. Con un 15% de C_3A presenta una mala resistencia al sulfato.

Tipo IV: cemento de bajo calor de hidratación. Se ha perfeccionado para usarse en concreto de volúmenes. El bajo calor de hidratación en el cemento tipo IV se logra limitando los compuestos que influyen en la formación de calor por hidratación, o sea, C_3A y C_3S .

Tipo V: cemento resistente al sulfato y se especifica cuando hay exposición intensa a los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y en estructuras expuestas a agua de mar.

Los cementos tipo IV y V son especiales y los mayoristas de materiales de construcción no suelen tenerlos en existencia.

Los cementos Portland con inclusores de aire están disponibles para la producción de concreto expuesto a heladas severas. Estos cementos están disponibles en los tipos I, II y III pero no en los tipos IV y V. Cuando se ha agregado al cemento en fábrica un agente como inclusor de aire, se designa tipo IA, IIA ó IIIA.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CEMENTO.

Peso específico: el peso específico de los cementos Portland varía de 2.9 a 3.15, siendo generalmente mayor de 3.0.

Densidad aparente (Kg / cm^2): es el peso de un volumen dado de cemento, el cual varía según el método usado para llenar el recipiente, el grado de agitación y la finura, por lo cual se ha excluido de las normas para indicar la calidad del producto.

Determinación del tiempo de fraguado: en el fraguado se deben distinguir dos periodos: el principio de fraguado, que es el tiempo transcurrido desde que se vierte el agua de amasado hasta que la pasta pierde parcialmente la plasticidad, y el final de fraguado.

Estabilidad de volumen: el cemento, una vez amasado, debe tomar la forma que se le ha dado, con objeto de que la obra ejecutada no se destruya.

Calor de hidratación: la determinación se hace mediante calorímetros, habiéndose seguido diversos métodos. Uno de estos métodos es adiabático, consiste en introducir en un calorímetro una cantidad amasada de cemento y se mantiene a la misma temperatura que la muestra a medida que se hidrata y puede registrar la temperatura en función de tiempo.

Resistencias mecánicas: la calidad de un cemento se aprecia por las resistencias que es capaz de desarrollar una vez fraguado y endurecido. Se debe a la cohesión de los granos de cemento y a la adherencia a los elementos que agreguen: arena, grava, etc.

Resistencia a la flexión: se realiza mediante tres cilindros de acero, apoyando las caras laterales de las probetas sobre dos de ellos, situados en un mismo plano y a la distancia de 100 ó 106.7 mm., y el tercero equidista de los anteriores. Se ejerce el esfuerzo por la balanza de Michaeli o la de Galileo, ejerciendo la carga a razón de 5 kg/seg.

La resistencia se expresa en kg/cm^2 y es igual a 0.25 P cuando la separación es de 106.7 cm. y de 0.234 P para la de 100 mm., siendo P la carga central en kg. que produce la rotura.

Resistencia a la compresión: se practica con cilindros de prueba, son de la misma mezcla de la cual se elaboraran las estructuras y de ser posible en el mismo lugar de la obra.

Homogeneidad: este ensayo se practica para ver si ha sufrido adulteración un cemento.

Adherencia: el cemento Portland debe tener, después de fraguado, gran adherencia a las rocas y ladrillos.

PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO

INTRODUCCIÓN:

El peso específico es una propiedad física del cemento, como se sabe es la relación que existe entre el peso del material y el volumen que ocupa. En los cementos Portland su valor varía de 2.9 a 3.15, generalmente es mayor a 3.

El volumen de un cemento se mide por medio de unos frascos llamados volumenómetros, los cuales reciben el nombre de sus inventores. El de "Le Chatellier" es el más comúnmente utilizado.

Para utilizar el frasco de "Le Chatellier" se llena de líquido enrasando en el cero y se sumerge el cemento para medir su volumen.

El líquido utilizado para determinar el peso específico del cemento no puede ser agua, pues como ya sabemos reacciona y se hidrata, se emplea entonces algún líquido con el cual el cemento no reaccione.

Para calcular el peso específico se utiliza la fórmula:

$$Pe = \frac{Pc}{Vc}$$

donde:

Pe	=	peso específico
Pc	=	peso del cemento (gramos)
Vc	=	volumen del cemento (cm ³)

OBJETIVO:

Conocer una de las propiedades del cemento y cuantificarla, en este caso el peso específico.

MATERIAL:

65 gramos de cemento
agua
250 cm³ de esencia de trementina (bencina o parafina)

EQUIPO:

Matraz de "Le Chatellier"
Termómetro
Cubeta
Parrilla
Báscula
Horno

DESARROLLO:

- 1.- Se pesan 65 gramos de cemento y se ponen a secar en el horno a una temperatura de 110° C por espacio de una hora. Transcurrido este tiempo se saca del horno, se deja enfriar y se vuelve a pesar registrando este dato.
- 2.- Se pone a calentar la cubeta de agua sobre la parrilla hasta que alcance 20° C de temperatura.
- 3.- Se colocan dentro del matraz los 250 cm³ de parafina líquida y se pone el frasco dentro de la cubeta con agua.
- 4.- Se coloca el cemento dentro del frasco de "Le Chatellier" que contiene solución no reaccionante y se mide el volumen que desalojó anotando el dato.
- 5.- Se calcula el peso específico con la fórmula de la teoría.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Debemos tener cuidado con el manejo del material para no perder este mismo y concluir la práctica con éxito y valores aceptables.

Al calentar la parafina, asegurarse que en su totalidad se disuelva o derrita para evitar lecturas erróneas.

Tomar en cuenta la forma del menisco formado por el líquido utilizado en la lectura del volumen.

CONCLUSIONES:

El conocimiento de cada una de las propiedades del cemento es importante por el abatimiento del costo en una obra civil, en este caso se determinó el peso específico para poder cuantificarlo y tenerlo presente en una dosificación posterior en algún proyecto, pues como sabemos es el cemento el más caro de los componentes de un concreto. Además se comprobó lo que en teoría se conoce acerca de los valores del peso específico.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

**LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN**

**PESO ESPECIFICO
DEL CEMENTO**

OPERADOR: JOSE MARTIN HERRERA PEREZ
CALCULISTA: JOSE MARTIN HERRERA PEREZ
FECHA: 25 AGOSTO 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
PESO DE LA MUESTRA DE CEMENTO (P _c)	65	gs
VOLUMEN INICIAL	0	mm ³
VOLUMEN FINAL	20.83	mm ³
VOLUMEN DESALOJADO	20.83	mm ³

CÁLCULOS:

CÁLCULO DEL PESO ESPECIFICO

$$P_e = \frac{P_c}{V_c} = \frac{65}{20.83} = 3.12 \text{ g/mm}^3$$

FRAGUADO

INTRODUCCIÓN:

Cuando el cemento y el agua, entran en contacto se inicia una reacción química exotérmica, que determina el endurecimiento paulatino de la mezcla

Dentro del proceso general de endurecimiento, se presenta un estado en el que la mezcla pierde su plasticidad, haciéndose poco manejable; tal estado se denomina fraguado inicial de la mezcla.

Al continuar el endurecimiento normal de la mezcla, se presenta un nuevo estado en el cual la consistencia alcanza un valor muy apreciable; este estado se le llama fraguado final y se determina, al igual que el fraguado inicial, por medio de las agujas de Vicat o de Gillmore.

El lapso comprendido entre estos dos estados se conoce como tiempo de fraguado de la mezcla, en resumen se define como el tiempo necesario para que una mezcla pase del estado fluido al estado sólido. La determinación de este lapso, así como del fraguado inicial y final son índices comparativos, los cuales ayudan para determinar la necesidad de usar retardantes o acelerantes.

El tiempo mínimo que transcurre para que se de el fraguado inicial de una mezcla de cemento es de 45 minutos para cementos Portland ordinarios de endurecimiento rápido y de altos hornos; para cementos Portland de bajo calor es de 60 minutos y para cementos aluminosos de 2 a 6 horas. El tiempo de fraguado final se calcula desde que se adiciona el agua a la mezcla y no deberá ser mayor de 10 horas para cemento Portland normal, de rápido endurecimiento, de bajo calor y de altos hornos, para cementos aluminosos de 12 a 16 horas.

El falso fraguado se observa cuando se amasa la mezcla y esta parece adquirir consistencia inmediatamente o cierta rigidez prematura y anormal aproximadamente a los 2 minutos de incorporar el agua. "Parece fraguar", pero al seguir amasando la mezcla sin adicionar agua, se deshace esa consistencia, se restablece su plasticidad y paulatinamente endurece. Se cree que el falso fraguado se debe a la deshidratación del yeso en la molienda del *Clinker*, se atribuye también a la hidratación del semihidrato cálcico o la carbonatación de los álcalis que contienen los cementos.

El fraguado falso no altera las propiedades del cemento o la mezcla, se puede considerar inofensivo, siempre y cuando se de al concreto el mezclado adecuado.

Para el fraguado inicial se utiliza una aguja cuadrada o redonda con área transversal de 1 mm^2 . El fraguado final se determina por medio de una aguja de 1 mm^2 también adaptada a un aditamento metálico ahuecado, de forma que deje un borde circular de corte de 5 milímetros de diámetro, colocado a 0.5 milímetros detrás de la punta de la aguja.

OBJETIVO:

Valorar el tiempo de fraguado de una pasta de cemento Portland normal y observar si se presenta un falso fraguado

MATERIAL:

150 cm^3 de agua
500 gramos de cemento

EQUIPO:

Aparato de Vicat
Cuchara de albañil
Charola
Báscula de 5 kg. con sensibilidad de 5 gramos
Probeta graduada

DESARROLLO:

1.- Se pesan las cantidades de material y se mide el agua necesaria para la mezcla.

2.- Se prepara la mezcla en la charola con las cantidades de material dadas y se amasa auxiliándose con la cuchara de albañil. Debe registrarse el tiempo y observarse si acaso se presentase un fraguado falso.

3.- Se llena el molde troncocónico del aparato, el cual normalmente mide 40 mm. de alto por 80 y 90 mm. de base superior e inferior respectivamente, se introduce en agua y a intervalos iguales de tiempo se saca y se deja descender la aguja cargada con 300 gramos sin velocidad. Se observa la penetración y se registra el tiempo.

4 - Cuando la pasta se ha endurecido lo suficiente para que la aguja penetre solamente 35 milímetros o menos, es decir, no pasa más allá de 5 milímetros de la base, se encuentra el tiempo de fraguado inicial, el cual será el intervalo desde que se preparó la mezcla hasta esta lectura.

5.- El fraguado final se determinará cuando la aguja, bajada lentamente hacia la superficie de la pasta, se impresiona sobre ella, pero los bordes de corte circular (del aditamento ahuecado) no pueden hacerlo igual. El tiempo de fraguado final será el lapso de tiempo desde que se preparó la mezcla hasta este momento.

6.- El tiempo de fraguado será la diferencia entre el tiempo de fraguado final (punto 5) menos el tiempo de fraguado inicial (punto 4).

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

En esta práctica no se observó el falso fraguado más no se debe de perder de vista que se puede presentar en cualquier mezcla y debemos tener cuidado de que la gente que la esté realizando no le adicione agua para no perder la relación adecuada.

Al iniciar la aguja se debe cuidar de que no se vuelva a repetir en el mismo lugar pues estaremos leyendo datos equivocados.

El tiempo de lecturas debe ser definido con anterioridad y en forma constante, teniendo en cuenta que las lecturas finales deben ser continuas para tratar de tener el tiempo exacto, en los momentos adecuados.

CONCLUSIONES:

Por el tiempo de fraguado *inicial* y *final* se puede decir que el cemento utilizado en ésta práctica es uno normal de bajo calor de hidratación.

Es de manera importante tener en cuenta el tipo de cimbra a utilizar, ya que *influye de manera directa en la evaporación del agua de la mezcla*. Es decir, una cimbra que sea lo más impermeable disminuye la evaporación del agua, al contrario que una cimbra totalmente permeable, como lo es la madera.

El conocimiento de los materiales y de sus propiedades nos lleva a poder asegurar un concreto con las especificaciones requeridas por el proyectista y de acuerdo al tipo de obra a realizar y *garantizar la seguridad en el tiempo requerido*.

Es decir, que el saber el tiempo de fraguado del cemento utilizado nos dará la pauta para poder manejarlo, transportarlo y colocarlo en el tiempo en que se conserva fresco para darle la forma que queramos.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LABORATORIO DE
 RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN

TIEMPO DE FRAGUADO
 DEL CEMENTO

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 FECHA: 10 OCTUBRE 1997

DATOS:

TIEMPO (MIN)	PENETRACIÓN (MM)	TIEMPO (MIN)	PENETRACIÓN (MM)
0 0	PREPARACIÓN MEZCLA	195	17 0
0.15	41 0	200	12.5
0 30	41.0	205	9 5
0 45	40 0	210	6 0
60	39 8	215	5 5
75	39 5	220	5.0
90	39 0	225	5.0
105	38 9	230	3 5
120	38 9	235	2 0
135	37 5	240	1 5
150	37 0	245	1 0
165	32 0 FRAGUADO INICIAL	250	0 5
180	26 0	255	FRAGUADO FINAL

CÁLCULOS:

CÁLCULO DEL TIEMPO DE FRAGUADO.

$$T. FRAG. = 255 - 165 = 90 \text{ MIN.}$$

CALOR DE HIDRATACIÓN

INTRODUCCIÓN:

El calor de hidratación, es la cantidad de calor expresado en calorías por gramo, del cemento deshidratado, dispersado por una hidratación completa en una mezcla a una temperatura determinada.

De acuerdo con muchas reacciones químicas, la hidratación de los compuestos del cemento es exotérmica y pueden hasta liberarse 500 Joules por gramo (120 calorías / gramo).

Puesto que la conductividad del concreto es relativamente baja, actúa como aislante en el interior de una masa grande de concreto, la hidratación puede ocasionar un fuerte aumento de la temperatura. Al mismo tiempo la masa exterior del concreto pierde calor, de modo que se origina un fuerte gradiente de temperatura y durante el posterior enfriamiento de la parte interna, pueden producirse grandes agrietamientos. Sin embargo este comportamiento se modifica por la fluencia del concreto.

En otros casos, el calor de hidratación del concreto puede impedir el efecto de congelamiento del agua en los capilares de la mezcla recientemente aplicada, en climas fríos o en aguas heladas y es, por lo tanto, ventajoso que se produzca una fuerte dispersión de calor. Sin duda es aconsejable conocer las propiedades productoras de calor del cemento en un concreto, para elegir la mezcla más adecuada para determinada obra.

Existen varios métodos para determinar el calor de hidratación mediante calorímetros.

a) Método del termo o vaso Deward. Como su nombre lo indica se utiliza un termo y se mide la elevación de la temperatura al hidratarse la mezcla.

b) Método adiabático. Consiste en introducir en un calorímetro la mezcla y a medida que se hidrata se registra la temperatura en función del tiempo.

c) Método del calor de disolución. En este procedimiento se observa la disminución de energía de una mezcla con ácidos nítrico y fluorhídrico después de cierto tiempo.

El calor de hidratación depende de la composición química del cemento que se utilice en la mezcla, en la tabla 1 se aprecian los diferentes tipos de cemento con el calor de hidratación que pueden desarrollar. Para fines prácticos, no importa tanto el calor total de la hidratación, sino la velocidad de desarrollo. La misma cantidad total del calor, producida en un gran período, puede disiparse en mayor grado con menor aumento de temperatura

Tabla 1 Calor de hidratación

TIPO DE CEMENTO	CALOR DE HIDRATACIÓN (cal / g) desarrollado a			
	4° C	24° C	32° C	41° C
I	36.9	68.0	73.9	80.0
III	52.9	83.2	85.3	93.2
IV	25.7	46.6	45.8	51.2

OBJETIVO:

Medir el calor de hidratación que se genera en un cemento al reaccionar químicamente con el agua, así como obtener en forma gráfica su comportamiento

MATERIAL:

500 gramos de cemento.
225 cm³ de agua.

EQUIPO:

Termo (vaso de unicel).
Termómetro sensible tipo Beckman de 50° C.
Balanza de 600 gramos.
Probeta graduada de 500 ml.
Charola.
Cuchara de albañil.

DESARROLLO:

- 1.- Se amasan en la charola el cemento y el agua hasta formar una masa homogénea.
- 2.- Se llena el recipiente de cristal con la mezcla y se introduce dentro del termo. En caso de no contar con termo adecuado, se puede fabricar uno con poliestireno de alta densidad, de tal forma que aisle la muestra.
- 3.- Se introduce el termómetro en la mezcla, con mucho cuidado para no dañarlo. En caso de que se dificulte introducirlo, se deberá hacer una punzadura mediante una varilla.
- 4.- Se toma la primera lectura del termómetro a los cinco minutos de hecha la mezcla y consecutivamente cada cinco minutos.
- 5.- Cuando se estabiliza la temperatura se tabulan y grafican los datos para obtener la curva tiempo-temperatura.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

El termo que se utilizará en esta práctica es un vaso de unicel.

Checar la temperatura ambiente, del agua y del cemento antes de mezclarlos

La lectura del termómetro se debe aproximar al décimo de grado

CONCLUSIONES:

Conocer las propiedades de los materiales, garantiza las aplicaciones que hagamos de ellos. En el caso del calor de hidratación del cemento, podremos determinar la cantidad de concreto a colar en una obra ó el tipo de cemento que se utilizará dependiendo del clima al que nos enfrentemos , además del tipo de curado que necesitará, como también del tiempo que requerirá de la cimbra, para abaratar los costos alineables a su uso.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCION

CALOR DE HIDRATACION

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ

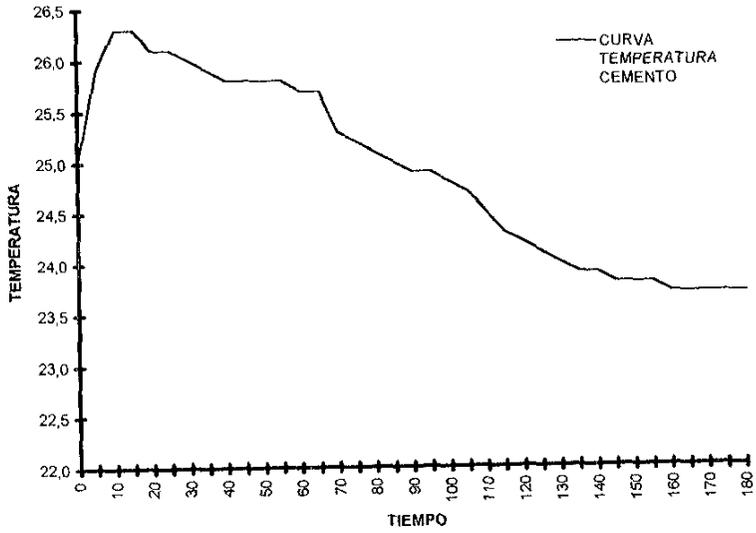
CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ

FECHA: 10 OCTUBRE 1997

DATOS.

TIEMPO (MIN)	TEMPERATURA (° C)
0	25
5	25,9
10	26,3
15	26,3
20	26,1
25	26,1
30	26
35	25,9
40	25,8
45	25,8
50	25,8
55	25,8
60	25,7
65	25,7
70	25,3
75	25,2
80	25,1
85	25,0
90	24,9
95	24,9
100	24,8
105	24,7
110	24,5
115	24,3
120	24,2
125	24,1
130	24,0
135	23,9
140	23,9
145	23,8
150	23,8
155	23,8
160	23,7
165	23,7
170	23,7
175	23,7
180	23,7

TIEMPO-TEMPERATURA

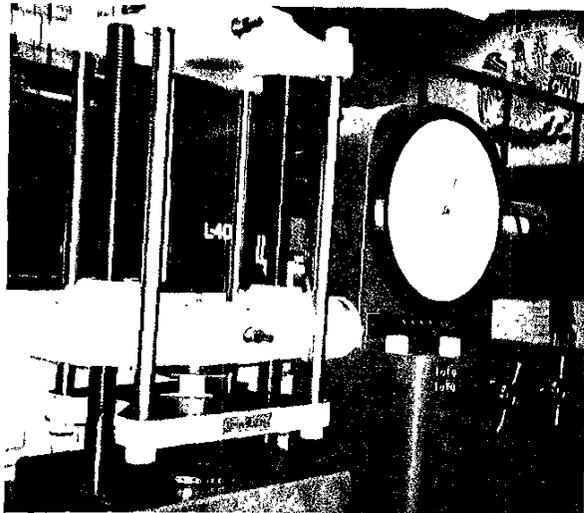


GRAFICA TIEMPO TEMPERATURA DEL CEMENTO

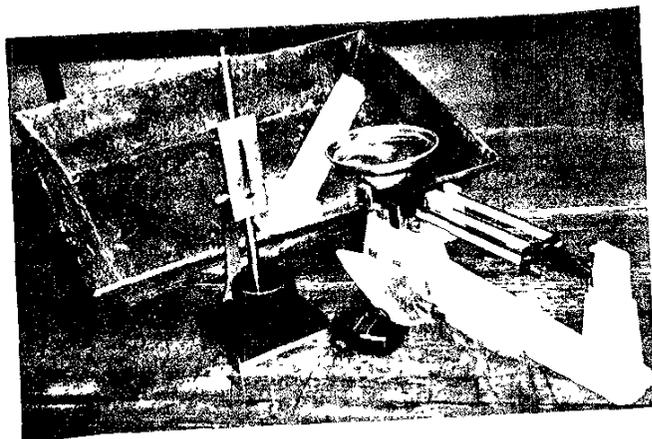
ANEXO FOTOGRÁFICO I



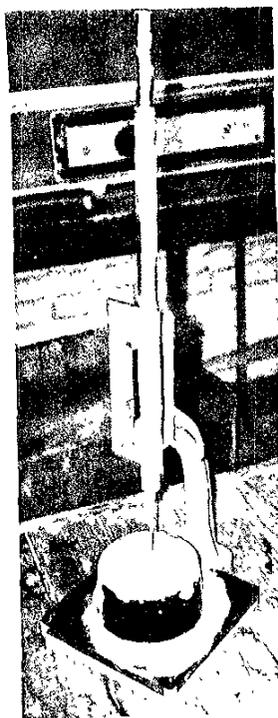
FOTOGRAFÍA 1
EQUIPO UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE CUBOS DE YESO



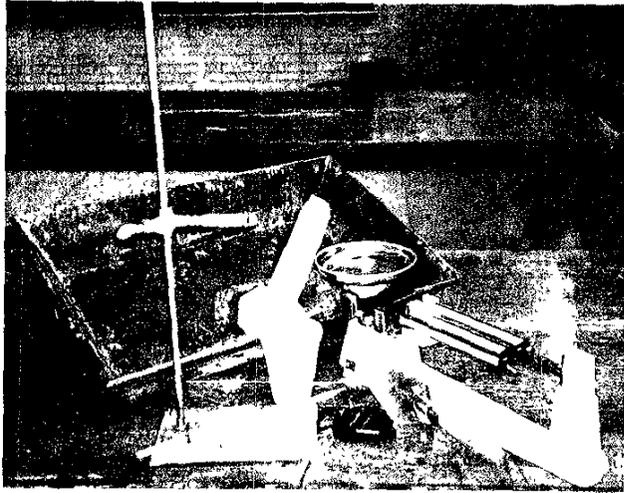
FOTOGRAFÍA 2
EN LA GRÁFICA PODEMOS OBSERVAR EL ENSAYE DEL YESO A COMPRESIÓN SIMPLE.



FOTOGRAFÍA 3
EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA DE
TIEMPO DE FRAGUADO



FOTOGRAFIA 4
EN ESTA GRÁFICA SE OBSERVA
EL APARATO DE VICAT EN EL
MOMENTO DE COLOCAR LA AGUJA
EN LA SUPERFICIE DEL CEMENTO.
DESPUÉS SE DEJARA CAER SIN VELOCIDAD



FOTOGRAFÍA 5
EQUIPO UTILIZADO PARA DETERMINAR
EL CALOR DE HIDRATACIÓN



FOTOGRAFÍA 6
MOMENTOS EN QUE ES MEDIDA
LA TEMPERATURA REGISTRADA
A INTERVALOS DE TIEMPO DEFINIDOS



U. N. A. M.

CAMPUS ARAGON

CAPITULO II

ENSAYES EN ELEMENTOS PÉTREOS

MUESTREO Y CUARTEO DE LOS AGREGADOS

INTRODUCCIÓN:

En la elección de las muestras para la elaboración de las pruebas de los materiales a utilizar en la construcción se debe poner especial énfasis en que estos deben estar sanos y del tipo y calidad especificados.

En lo que se refiere a la grava y a la arena es preciso tener un mayor control en las características que presenten a su llegada a los sitios de obra y para ello se realizan pruebas con periodicidades según lo estime quien esté a cargo de la obra. Las muestras que se llevarán a los laboratorios o a los que se les realizarán pruebas en el campo mismo deben ser representativas y de un tamaño o cantidad apropiada de todo el lote o pila, lo que se logrará mediante el muestreo y el cuarteo.

Si la muestra se lleva a un laboratorio las cantidades mínimas necesarias según el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), son las siguientes:

Agregado fino	13 kg.
Agregado grueso o agregado integrado de diámetro máximo de 20 mm.	25 kg.
de diámetro máximo de 40 mm.	50 kg.

En el caso de que las muestras sean para preparar mezclas de prueba, se deberá consultar las dosificaciones requeridas para enviar las cantidades

necesarias. Para pruebas de campo o de rutina se pueden utilizar cantidades menores, como por ejemplo, para pruebas de granulometría las cantidades mínimas son.

Agregado fino	0.2 kg.
De diámetro máximo de 20 mm.	2.0 kg.

El muestreo no es más que llevar pequeñas porciones del material de diferentes puntos del banco o de la pila de almacenamiento. Puntos que pueden ser al azar o mediante una localización por cuadrícula en el caso de que el banco sea muy extenso, dándole a esta cuadrícula las dimensiones proporcionales para el tamaño del banco y teniendo en cuenta la importancia o calidad que el trabajo requiera.

Para reducir una muestra a la cantidad requerida se debe aplicar el método del "cuarteo".

OBJETIVO:

Que el alumno obtenga una muestra representativa de la pila de almacenamiento para la realización de las prácticas subsecuentes mediante el cuarteo manual y con el cuarteador de laboratorio.

MATERIAL:

- Pila de agregado fino.
- Pila de agregado grueso.

EQUIPO:

- 1.- 2 Charolas rectangulares.
- 2.- Cucharón.
- 3.- Pala.
- 4.- Balanza de 1610 gr.
- 5.- Báscula de 10 kg
- 6 - Cuarteador de laboratorio.

DESARROLLO:

CUARTEO MANUAL

1.- De la pila de almacenamiento, extraer con el cucharón una porción del agregado de 10 lugares diferentes por lo menos y de diferentes alturas en una charola. Una para la arena y otra para la grava.

2.- Vaciar la muestra en una superficie limpia y dura dándole una forma cónica.

3.- Con ayuda de la pala, truncar la forma cónica de la muestra de la manera siguiente:

a) Incar la mitad de la pala en el cono formado por la muestra, tanto en forma horizontal como vertical.

b) Girar junto con la pala alrededor de la muestra para formar un cono truncado. A este movimiento agregarle pequeñas sacudidas verticales a la pala para ayudar al material a tomar la forma deseada.

4.- Dividir la muestra en cuatro partes. Primero dividiéndola por la mitad haciendo dos partes iguales; después dividir estas dos partes por la mitad formando una cruz en el material y obteniendo así las cuatro partes.

5.- Se desechan dos de los cuartos opuestos y se mezclan los dos restantes.

6.- Se repiten los pasos 2 a 5 hasta tener la cantidad deseada.

CUARTEO CON EL EQUIPO DE LABORATORIO.

1.- De la pila de almacenamiento, extraer con el cucharón una porción del agregado de 10 lugares diferentes por lo menos y de diferentes alturas en una charola. Una para la arena y la otra para la grava.

2.- Colocar las charolas receptoras del cuarteador en su posición y vaciar el material en forma constante y uniforme lo que hará que el material se divida en dos porciones homogéneas

3.- Separar las charolas del cuarteador y desechar el contenido de una de ellas.

4.- Vaciar el material captado en la segunda charola y repetir los pasos anteriores hasta obtener la cantidad necesaria.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Los procedimientos anteriores se aplican tanto a la obtención de la arena como de la grava.

En la selección de las muestras se deben evitar los lugares donde se concentre la segregación del material.

De ser necesaria una mayor cantidad de material deberá obtenerse de la misma forma anterior, es decir, mediante el cuarteo.

CONCLUSIONES:

La representatividad que se obtenga de una muestra bien tomada nos garantizará una buena clasificación del material con el que se ha de elaborar un concreto y por consiguiente obtendremos como fin último, la resistencia que sea necesaria o requerida por un proyecto.

La importancia de una muestra representativa de un lote recae en las características y en las propiedades del material a utilizar, además de los costos que se puedan generar a causa de la clasificación obtenida, ya que deberemos tener bien presente que los agregados ocupan alrededor del 75% del volumen de un concreto y son precisamente las características y propiedades de los agregados las que determinaran las proporciones de cemento y agua a ocupar, siendo estos últimos los que llegan a encarecer el concreto.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA

INTRODUCCIÓN:

El término agregado, comprende arenas, grava y roca triturada, utilizadas para concretos y morteros. Constituyen alrededor del 75% en volumen de una mezcla normal de concreto.

Se considera como arena, la fracción compuesta de partículas que pasan a través de la malla N° 4, cuya abertura libre es 4.76 mm., y como grava, el agregado cuyas partículas quedan retenidas en ésta malla.

Las características físicas que presenta la arena tienen en mayor o menor grado, influencia sobre las propiedades y comportamiento del concreto en que intervienen, algunas sobre el concreto en estado fresco y otras sobre el concreto endurecido.

La composición granulométrica de la arena es la característica que resulta de la distribución de tamaños de las partículas que la constituyen. Para determinar esta composición, se acostumbra separar el material a través de un juego de mallas con aberturas cuadradas, de dimensiones establecidas, identificándose con número o abertura en milímetros, obteniéndose el tamaño máximo de las partículas, el módulo de finura y la granulometría de la arena.

Tabla 2. Clasificación de mallas U.S. standard por número y abertura en milímetros.

MALLAS	ABERTURA
Nº	EN MILÍMETROS
8	2.38
16	1.19
30	0.595
50	0.297
100	0.149

Los resultados de la determinación de la granulometría se resumen en el dato del módulo de finura, que es igual a la suma de los porcentajes acumulados de cada una de las cinco mallas, dividido el resultado entre 100. De acuerdo con su módulo de finura, las arenas pueden clasificarse como sigue:

Tabla 3. Clasificación de la arena por su modulo de finura

MODULO DE FINURA	CALIFICACIÓN
< 2.0	muy fina
2.0--a-2.3	finas
2.3--a-2.6	medio fina
2.6--a-2.9	media
2.9--a-3.2	medio gruesa
3.2--a-3.5	gruesa
> 3.5	muy gruesa

Solo son aceptables como arenas para concreto, las que presentan módulo de finura entre 2.3 y 3.2. El empleo de arenas finas y gruesas es muy limitado, y de hacerse debe ser mediante previo ensaye; por último, las muy finas o muy gruesas siempre resultan objetables para esta aplicación.

Muchas veces, el simple dato de módulo de finura no basta para definir suficientemente la aptitud granulométrica de la arena, siendo necesario acudir a confrontar los porcentajes parciales retenidos en cada malla, contra límites establecidos y sancionados por la práctica. En la gráfica 1 se aprecia la forma usual de representar gráficamente, la composición granulométrica de la arena y los límites que establece para cada fracción la especificación American Society for Testing and Materials, ASTM C33.

OBJETIVO:

Que el alumno conozca el procedimiento del análisis granulométrico de la arena, y determine si ésta es apropiada para la elaboración de un concreto.

MATERIAL:

500 gr. de arena.

EQUIPO:

- 1.- Balanza de 1 kg. con aproximación de 0.1 gr.
- 2.- Juego de mallas de los siguientes números o aberturas:

Nº	mm.
4	4.76
8	2.38
16	1.19
30	0.595
50	0.297
100	0.149

charola de fondo y tapa.

- 3.- Brochuelo de cerda.
- 4.- Ro-Tap ó máquina agitadora.
- 5.- Cucharón.
- 6.- Charola de lamina galvanizada.
- 7.- Hojas de papel (una por malla).

DESARROLLO:

- 1.- Verificar que el equipo se encuentre limpio, en especial las mallas.
- 2.- Se colocan las cribas en orden descendente, es decir, se coloca primero el fondo enseguida la malla 100,50,30,8,4 y la tapa.
- 3.- Calibrar la balanza y pesar una hoja de papel.
- 4.- Se toman 500 gr. de arena y se hacen pasar por las cribas, teniendo cuidado de tapar bien la última malla.
- 5.- Por medio del Ro-Tap se agitan las cribas por un lapso de 5 minutos, hasta que se observe que durante un minuto no pasa más del retenido.
- 6.- Se desmontan las mallas del Ro-tap.
- 7.- Con cuidado se separan las mallas y los retenidos de cada una de ellas se vacían en las hojas de papel, se pesan por separado. Las mallas deben quedar nuevamente limpias, utilizando el brochuelo ó cepillo de alambre dependiendo de la abertura de cada malla.
- 8.- Debe tenerse en cuenta al pesar los retenidos el peso de la hoja y descontarse éste en los cálculos.
- 9.- Se calcula el módulo de finura, mediante la sumatoria de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas, desde la N° 8 hasta la N° 100 y dividiéndolas entre 100.
- 10.- Se grafican los datos de la tabla apoyándose en el formato de análisis granulométrico, (gráfica 1).

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- Se deberá tener cuidado de la limpieza del equipo antes de iniciar la práctica.
- Evitar que se produzcan pérdidas del material por manipulación descuidada durante la operación del cribado y pesado.
- Observar que las mallas se encuentren en buen estado.
- Tener cuidado de que las partículas de la arena no se queden atoradas en las mallas pues habrá pérdida de pesos.
- Las mallas utilizadas en ésta práctica son de acuerdo a las condiciones de la especificación ASTM C33.
- En el cálculo del módulo de finura, no se tomaron en cuenta el material que pasó la malla N° 100 pues se trata de limos, materiales indeseables, pues afectan la cantidad de agua requerida.

CONCLUSIONES:

Es digno de mencionarse que la *granulometría* de la arena es importante en la trabajabilidad de una mezcla de concreto debido al proporcionamiento en el requerimiento de agua, controlación de la segregación, efecto en el sangrado, en la colocación y el acabado del concreto.

En nuestro caso tenemos una arena medio-fina de acuerdo al módulo de finura, pero no es recomendable sólo basarse en este dato para determinar si la *granulometría* es buena por lo que debemos comparar nuestra curva *granulométrica* con las curvas de referencia que podemos encontrar en la bibliografía a la que hago mención y de ahí determinar si es conveniente utilizar el material o en su caso las observaciones o precauciones que tomaremos de acuerdo a nuestro criterio.

Debe tomarse en cuenta que el almacenamiento y las condiciones de éste influyen mucho en la *granulometría* de cualquier agregado por lo que en una obra se recomienda tener un especial cuidado en la forma de como se efectúa la descarga y almacenamiento de la arena.

De la gráfica de la *granulometría* de la arena (gráfica número 1), obtenida en la realización de la práctica podemos comparar lo que se mencionaba acerca del módulo de finura, que no siempre es un dato muy específico para determinar si un material cumple con las aptitudes de uso para la fabricación de concretos.

El módulo de finura nos muestra una arena medio fina, mas por la comparación con la gráfica de acuerdo con los límites según la norma de la ASTM 33 tenemos una arena por debajo de estos mismos, se deberá tener cuidado con los materiales finos ya que estos nos acarrearán mayor gasto en la cantidad de agua necesaria, problemas con la adherencia de los agregados gruesos y por consiguiente con la resistencia del concreto.

Para resolver este tipo de problema tendremos que compensar la falta de tamaños necesarios para conseguir que la *granulometría* esté dentro de los límites establecidos ya que es mejor mantenerla constante a tener que hacer cálculos de las cantidades de agua, relación de agua-cemento, cuidar la adherencia con el agregado grueso, evitar la disgregación del material pétreo, etc.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN

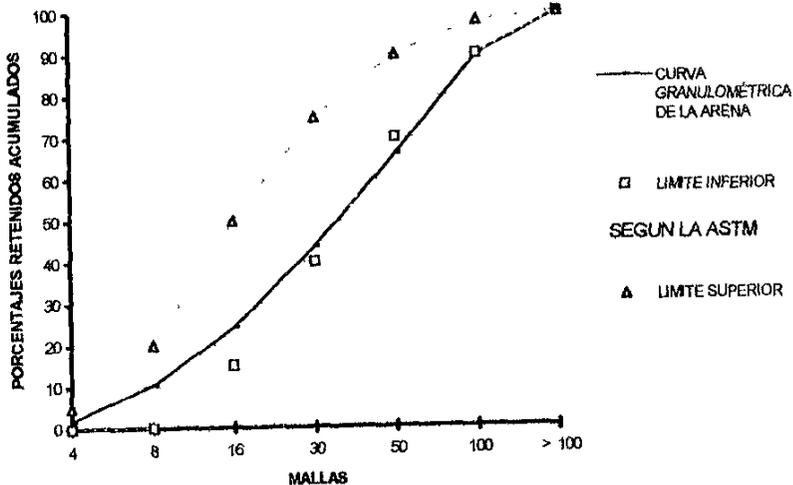
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
DE LA ARENA

FECHA : 15 JULIO 1997
 OPERADOR : JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 CALCULISTA : JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ

MALLA Nº	PESO RETENIDO PARCIAL (gr.)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
4	10,06	2,01	2,01	97,99	0	5
8	42,10	8,42	10,43	89,57	0	20
16	69,30	13,86	24,29	75,71	15	50
30	97,20	19,44	43,73	56,27	40	75
50	110,90	22,18	65,91	34,09	70	90
100	119,40	23,88	89,79	10,21	90	98
> 100	50,32	10,06	99,86	0,14	100	100
SUMA	499,28		236,17			

CALCULO DEL MODULO DE FINURA = $236.17 / 100 = 2.36$

GRAFICA # 1



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA GRAVA

INTRODUCCIÓN:

La granulometría de un agregado denota la distribución del tamaño de las partículas y está determinada por el paso del material a través de una serie de mallas con aberturas más pequeñas progresivamente y pesando el material retenido en cada una de ellas para posteriormente graficarlas.

Existen tres formas para representar la granulometría de la grava:

- a) el porciento total acumulado retenido,
- b) el porciento total que paso y
- c) el porciento retenido individual en cada malla.

El tamaño máximo de grava se define en función de las dimensiones de la sección y de la separación del refuerzo de la estructura a colar.

Por grava ó agregado grueso se comprende a todo aquel material que no es menor a 5 mm. El tamaño de estos agregados es diverso, varía dependiendo del tipo de obra, se emplean comúnmente gravas de 3/4" a 1/2" para concretos normales, en concretos en masa o ciclópeos se emplean agregados con tamaños de 2" a 4". En concretos armados el tamaño está obligado por la separación del refuerzo, se exige que el tamaño máximo de agregado sea menor por 1/4" a la separación mínima entre refuerzos o entre el refuerzo externo y la cimbra.

Todas las partículas de agregado proceden de una masa mayor, que puede haberse fragmentado por procesos naturales de intemperismo y abrasión ó mediante la trituración artificial.

Los resultados de un análisis en tamiz se comprenden con mayor facilidad si se tabulan y se grafican, por ésta razón se utilizan con frecuencia las curvas de

granulometría. Así y con facilidad se pueden apreciar si la granulometría de una muestra que sea representativa se apegue a las especificaciones, si es demasiado fina o gruesa o si es deficiente en alguno de los tamaños. En dichas gráficas las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa por el tamiz y las abscisas, las aberturas del tamiz, en escala logarítmica.

El análisis granulométrico, es una de las pruebas que se realizan a los agregados para saber si la distribución de los diferentes tamaños de las partículas es adecuado, consiste en separar y conocer el porcentaje de cada tamaño con respecto al total.

En lo que respecta a la grava, también puede calcularse el módulo de finura que, en este caso, es igual a la suma de los porcentajes acumulados en cada una de las mallas, desde 2" hasta la N° 4, dividida entre 100. El dato de módulo de finura de la grava es poco utilizado en la práctica.

El tamaño máximo de partículas es un dato que se obtiene prácticamente junto con el análisis granulométrico de la grava, observando entre qué mallas de la serie empleada resultaron comprendidas las partículas más grandes; se considera como tamaño máximo el que corresponde a la abertura de la malla superior por donde pasaron todas las partículas. Sin embargo, para conocerlo con mayor exactitud, es necesario cribar la fracción de partículas más grandes a través de varias mallas con aberturas intermedias y determinar en cuál de ellas pasan todas las partículas.

El tamaño máximo de grava que es conveniente usar en un concreto determinado, se acostumbra definir tomando en cuenta factores tales como características dimensionales y de refuerzo de la estructura; equipos disponibles para el mezclado, transporte y colocación del concreto; características granulométricas de las fuentes de abastecimiento de los agregados; magnitud de la resistencia requerida en el concreto; resistencia de los propios agregados.

OBJETIVO:

El alumno podrá identificar las dimensiones granulométricas del agregado grueso ó grava, mediante el cribado de tamices.

MATERIAL:

5 kg. de grava.

EQUIPO:

- 1.- Báscula con capacidad de 10 kg. y sensibilidad de 10 gr.
- 2.- Cucharón.
- 3.- Charola rectangular.
- 4.- Cepillo de alambre ó brochuelo.
- 5.- Ro-Tap ó máquina agitadora.
- 6.- Juego de mallas ó tamices de:

2", 1 1/2", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 4, fondo y tapa.

DESARROLLO:

- 1.- Se ordenan las cribas colocándolas de menor a mayor abertura desde la charola de fondo hasta la tapa.
- 2.- Se calibra la báscula.
- 3.- Pesar 5 kg. del material a utilizar (grava).
- 4.- Verter el material a las cribas, agitándolas un poco para permitir que todo el material esté contenido en las mallas.
- 5.- Colocar las mallas en el Ro-Tap y agitarlas durante un lapso de 5 min. ó hasta que se observe que en 1 min. no pasa más del 1% del retenido en cada malla.
- 6.- Pesar los retenidos de cada malla, observando que queden totalmente limpias del material para evitar pérdidas, utilizando el cepillo de alambre.
- 7.- Registrar los datos obtenidos en el formato correspondiente para poder realizar los cálculos y graficar la curva granulométrica del material utilizado.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Antes de iniciar la práctica se deben revisar las mallas y limpiarlas si es necesario.
- Verificar que estén en buen estado las mallas.
- Tener cuidado con la manipulación del material al realizar la práctica, pues por esto se ocasiona la pérdida del mismo y puede haber diferencias en el peso final con el del inicio.
- Algunas partículas quedaran atoradas en los tamices por lo que habrá diferencias de pesos (deben ser mínimos).

CONCLUSIONES:

Comparando los resultados, con las gráficas granulométricas de los límites según la norma de la ASTM para la grava, el material que se utilizó en ésta práctica se encuentra por debajo de los límites. En la gráfica de la granulometría de la grava (gráfica número 2), se presentan los límites según la ASTM para una grava desde el número 4 hasta $1\frac{1}{2}$ ", que lo ideal sería que la muestra utilizada en esta práctica quedara dentro de esos límites.

Existen otras gráficas donde se pueden comparar la granulometría y bien se puede obtener el dato de los parámetros en los que se encuentra la grava utilizada.

Lo que se debe cuidar en la elaboración de concretos es que la granulometría debe ser la adecuada para las dimensiones de las estructuras a construir, de la capacidad de carga, la relación agua-cemento, la trabajabilidad, etc.

En este caso es digno de mencionarse el aspecto de la calidad del agregado, así como la contaminación del mismo por la forma de almacenamiento y el lugar de éste. También debe contemplarse la segregación del material pues dependiendo del tamaño máximo del agregado, ésta debe almacenarse, en lo posible, en varias porciones de agregados del mismo tamaño.

Lo más recomendable es solicitar la cantidad de material de los diferentes tamaños, necesario para la elaboración del concreto en el mismo instante, con las proporciones exactas y de acuerdo al diseño del concreto a utilizar.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN

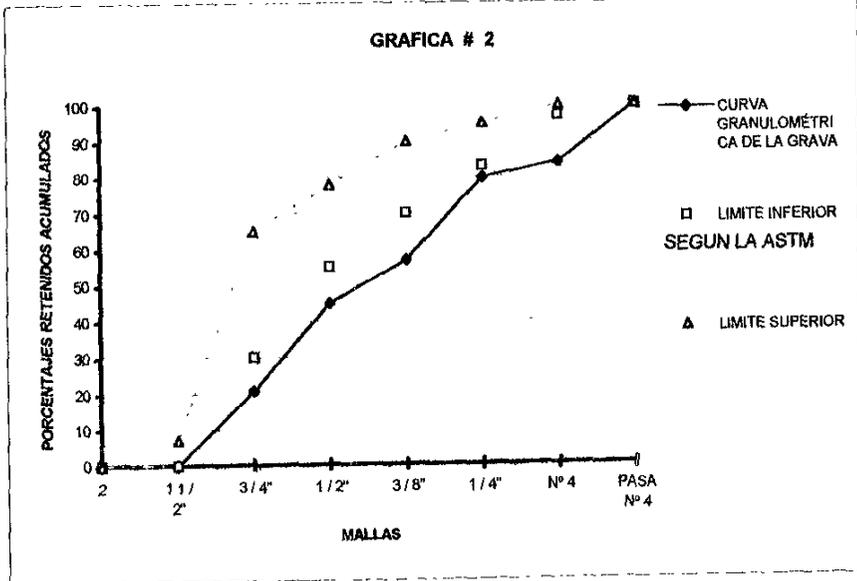
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
DE LA GRAVA

FECHA : 22 JULIO 1997
 OPERADOR : JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 CALCULISTA : JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ

MALLA Nº	PESO RETENIDO PARCIAL (gr.)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
2	0,00	0,00	0,00	100,00	0	0
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	0	7
3/4"	1035,60	20,71	20,71	79,29	30	65
1/2"	1214,30	24,29	45,00	55,00	55	78
3/8"	594,30	11,89	56,88	43,12	70	90
1/4"	1148,40	22,97	79,85	20,15	83	95
Nº 4	206,70	4,13	83,99	16,01	97	100
PASA Nº 4	800,06	16,00	99,99	0,01	100	100
SUMA	4999,36		202,45			

CALCULO DEL MÓDULO DE FINURA = $202,45 / 100 = 2.02$

GRAFICA # 2



ABSORCIÓN Y PESO ESPECIFICO DE LA ARENA Y DE LA GRAVA

INTRODUCCIÓN:

El peso específico de un material se define como la relación entre la masa de un volumen unitario del material y la masa de igual volumen de agua destilada, libre de aire, a una temperatura especificada, donde, si el material es un sólido, el volumen debe ser de la porción impermeable.

Por tratarse de una relación de conceptos con unidades iguales, el peso específico no tiene unidades, para fines de construcción.

Los agregados para concreto contienen vacíos permeables e impermeables. Cuando un agregado se satura, el agua ocupa prácticamente todos los vacíos que son permeables. Esta agua no participa en la reacción con el cemento, se considera parte del agregado.

Para el diseño de mezclas de concreto y el cálculo de consumo de materiales en el concreto, interesa determinar el volumen de cada uno de los elementos componentes, lo que resulta posible al conocer su densidad o peso específico aparentes. En el caso de la arena se hace por medio de inmersión en agua del material en condición saturada y superficialmente seca, por ello el volumen considerado incluye los vacíos impermeables y permeables (éstos últimos llenos de agua).

ABSORCIÓN. La capacidad de los diferentes agregados para absorber agua hasta ocupar prácticamente todos los vacíos que son permeables se le llama absorción, suele depender del tamaño, continuidad y cantidad total de vacíos permeables que contenga el material.

Como ocurre con el peso específico, la absorción no es una característica que sea definitiva para calificar a los agregados, si bien a mayor absorción se considera normalmente menor calidad y viceversa.

Para fines de aplicación, conviene distinguir entre lo que es agua de absorción y contenido de humedad en los agregados.

El agua de absorción corresponde a la que un agregado es capaz de absorber por inmersión durante 24 horas eliminándole el agua superficial, es decir, llevándolo a la condición saturada y superficialmente seca (SSS).

El contenido de humedad corresponde a la cantidad total de agua que contiene un agregado, en un momento determinado; puede ser mayor o menor que el de absorción. En el segundo caso se dice que el agregado está sobresaturado y, en el primer caso, se encuentra subsaturado.

Cuando en el momento de su empleo un agregado se encuentra subsaturado, se supone que tiene la capacidad de absorber agua del concreto y si se encuentra sobresaturada, que es capaz de ceder agua.

OBJETIVO 1:

Que el alumno conozca el procedimiento de obtención del peso específico, así como de la absorción de los agregados (arena), con el fin de calcular la cantidad de agua necesaria en la elaboración de un concreto.

MATERIAL:

- 1.- Arena sobresaturada 24 horas antes en cantidad suficiente para la realización de la práctica.
- 2.- 450 gr. de arena saturada y superficialmente seca (SSS).
- 3.- Hoja de papel.

EQUIPO:

- 1.- Charola circular de lámina.
- 2.- Balanza de 2610 gr. con juego de pesas de 500 y 1000 gr.
- 3.- Molde en forma de cono truncado.
- 4.- Pisón metálico acorde al molde.
- 5.- Parrilla.

donde:

P.E. = Peso Específico,

Psss = Peso del material saturado y superficialmente seco (SSS),

V = Volumen desalojado.

12.- Pesar el vaso de aluminio haciendo la anotación correspondiente.

13.- Para obtener la absorción, tomar 200 gr. del material saturado y superficialmente seco (SSS), colocándolo en un vaso de aluminio e introduciéndolo al horno durante 24 horas.

14.- Posteriormente, se saca del horno, se deja que tome la temperatura ambiente y se pesa. Al dato obtenido se le resta el peso del vaso.

15.- Se calcula la absorción con la fórmula:

$$W \% = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} \times 100$$

donde:

W % = Absorción, en porcentaje

Wsss = Peso de la muestra saturada y superficialmente seca, en gramos.

Ws = Peso de la muestra seca, en gramos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Verificar la limpieza del equipo antes de realizar la práctica.
- Es necesario en ocasiones, retirar la charola de la parrilla para que no se seque totalmente la arena.
- Es recomendable aerear la muestra en los puntos cercanos a la condición saturada y superficialmente seca (SSS), para evitar que la muestra quede por debajo de la misma condición.
- El apisonado se deberá hacer suavemente, (no es el mismo que en cualquier otro caso).
- Tomar en cuenta la cantidad de material que se va a utilizar para la realización de la práctica, la muestra deberá tener la misma condición en su totalidad.
- Cuando se trabaje con el matraz, tener cuidado de que no quede aire atrapado en el material por lo que se deberá agitar vigorosamente hasta desaparecer las burbujas.
- Recordar que la lectura del líquido, en el matraz, se hace por debajo del menisco formado.

CONCLUSIONES:

El peso específico de los agregados no siempre es un buen índice de su calidad; por lo que no se acostumbra limitarlo en especificaciones, excepto en el caso de estructuras en que el peso del concreto es importante.

Es también importante señalar que un descenso significativo en el peso específico de los agregados que provienen de un mismo lugar puede ser síntoma de una baja en la calidad de los agregados que conviene investigar.

Basándonos en la tabla de pesos específicos comunes del Manual de Concreto de la Secretaria de Recursos Hidráulicos (tabla 4), y el dato obtenido podemos concluir que la arena utilizada para la realización de esta práctica es factible utilizarla para concretos normales.

Tabla 4. Valores específicos comunes en agregados para diversas aplicaciones.

CLASE DE ROCA	PESO ESPECÍFICO (intervalo frecuente)	APLICACIÓN
PÓMEZ	1.2-1.8	CONCRETO LIGERO
ESCORIA VOLCÁNICA	1.6-2.2	
CALIZA	2.3-2.8	CONCRETO NORMAL
ARENISCA	2.3-2.6	
CUARZO	2.4-2.6	
GRANITO	2.4-2.7	
ANDESITA	2.4-2.7	
BASALTO	2.5-2.9	
LIMONITA	3.0-3.8	CONCRETO
BARITA	4.0-4.5	PESADO
MAGNETITA	4.5-5.0	

En cuanto a la absorción, es importante conocer este dato para la dosificación en la elaboración de concretos pues a partir de éste podremos determinar la cantidad de agua a utilizar de acuerdo a la relación agua/cemento especificada con anterioridad en el proyecto.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN

ABSORCIÓN Y PESO
ESPECIFICO DE LA ARENA

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
FECHA: 11 SEPTIEMBRE 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
PESO DEL VASO DE ALUMINIO Pv	84.4	gr
PESO DEL MATERIAL SSS (PARA LA ABSORCIÓN) WM_{sss}	200	gr
PESO DEL MATERIAL SSS (PARA EL PESO ESPECÍFICO) PM_{sss}	450	gr
PESO DEL VASO DE ALUMINIO + MUESTRA SECA PMS	279.5	gr
PESO DEL MATERIAL SECO = Ws = PMS - Pv	195.1	gr
VOLUMEN DEL MATRAZ AFORADO VMA	200	ml
VOLUMEN DEL MATRAZ CON LÍQUIDO DESPLAZADO VMD	386.5	ml
VOLUMEN DESALOJADO VD = VMD - VMA	186.5	ml

CÁLCULOS:

CÁLCULO DEL P.E

$$PE = \frac{PM_{sss}}{VD} = \frac{450}{186.5} = 2.41$$

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD W%

$$W\% = \frac{(WM_{sss} - W_s)}{W_s} \times 100 = \frac{200 - 195.1}{195.1} \times 100 = 2.51\%$$

OBJETIVO 2:

Que el alumno obtenga el peso específico y absorción del agregado pétreo grueso (grava), empleando el picnómetro.

MATERIAL:

- Grava sobresaturada 24 horas antes en cantidad suficiente para la realización de la práctica.
- 2,200 g. de grava en la condición saturada y superficialmente seca, (SSS).

EQUIPO:

- 1.- Báscula con capacidad de 10 kg. y sensibilidad de 10 gr.
- 2 - Picnómetro.
- 3.- Cucharón.
- 4.- Probeta graduada de 1000 ml.
- 5.- Vaso de aluminio de 1 lt.
- 6.- Franela.

DESARROLLO:

1.- Se sumerge totalmente la grava en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, (antes de la prueba).

2.- Sacar la grava del agua y secarla superficialmente con la franela hasta que desaparezca el brillo acuoso; evitando también la evaporación del agua de los poros, es decir, el material se encuentra en la condición saturada y superficialmente seca, (SSS).

3.- Pesar 2200 gr. de material en la condición saturada y superficialmente seca, (SSS), y anotar el dato.

4.- Aforar el picnómetro, es decir, llenarlo con agua hasta que no haya escurrimiento a través del sifón que tiene en la parte superior.

5.- Colocar la probeta vacía debajo del escurrimiento para captar el agua desalojada por el material que se introducirá al picnómetro (2 kg.), agitándolo para eliminar el aire.

6.- Esperar a que termine de escurrir el agua y una vez que esto ocurra, registrar el dato del volumen de agua desalojado.

7.- Calcular el peso específico con la siguiente fórmula:

$$P.E. = \frac{P_{SSS}}{V}$$

donde:

P.E. = Peso específico.

P_{SSS} = Peso del material saturado y superficialmente seco.

V = Volumen de agua desalojado.

8.- Pesar el vaso de aluminio anotando el peso.

9.- Para calcular la absorción, tomar una muestra representativa de 200 gr. del material saturado y superficialmente seco, colocándolo en el vaso e introducirlo al horno durante 24 horas.

10.- Posteriormente se saca del horno y se deja que el material tome la temperatura ambiente, después pesar el vaso con el material y anotar el dato. Descontar el peso del vaso y anotarlo.

11.- Calcular la absorción con la fórmula siguiente:

$$W \% = \frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} \times 100$$

donde

W% = Absorción, en porcentaje.

W_{SSS} = Peso de la muestra saturada y superficialmente seca, en gramos.

W_s = Peso de la muestra seca, en gramos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

-- Al secar el material, solo debe hacerse en el contorno de la grava sin que se pierda el agua de los poros de esta misma.

-- Las muestras, tanto para el peso específico como para la absorción, deberán ser representativas del material de uso.

-- Al introducir el material al picnómetro, tener cuidado de no salpicar el contenido de agua para no obtener datos erróneos de la práctica.

-- Recordar que la lectura del volumen de agua desalojado se hace por debajo del menisco formado en la probeta.

CONCLUSIONES:

Como en el caso de la arena, los datos obtenidos en el cálculo del peso específico, comparando con los pesos específicos más comunes de la tabla 4, del Manual de Concreto de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, podemos clasificar para que concreto se puede utilizar el agregado grueso con el que se trabajó. En este caso el agregado lo utilizaremos en concretos normales y la cantidad de agua como punto de referencia es el 6.15%, que es la cantidad de agua la cual no entra en los cálculos de la dosificación pero que es importante considerar para que no tome o absorba la que necesita el concreto para fraguar y adquirir la resistencia de proyecto.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN

ABSORCIÓN Y PESO
ESPECÍFICO DE LA GRAVA

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
FECHA: 10 SEPTIEMBRE 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
PESO DEL VASO DE ALUMINIO P_v	123.3	gr
PESO DEL MATERIAL SSS (PARA LA ABSORCIÓN) W_{MSSS}	200	gr
PESO DEL MATERIAL SSS (PARA EL PESO ESPECÍFICO) P_{MSSS}	2000	gr
PESO DEL VASO + MATERIAL SSS P_{VMSSS}	302.9	gr
PESO DEL VASO DE ALUMINIO + MUESTRA SECA P_{MS}	292.5	gr
PESO DEL MATERIAL SECO = $W_s = P_{VMSSS} - P_v$	169.2	gr
VOLUMEN DESALOJADO V	760	ml

CÁLCULOS:

CÁLCULO DEL P.E.

$$PE = \frac{PM_{SSS}}{VD} = \frac{2000}{760} = 2.63$$

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$

$$W\% = \frac{(W_{MSSS} - W_s)}{W_s} \times 100 = \frac{200 - 169.2}{169.2} \times 100 = 18.20 \%$$

PESO VOLUMÉTRICO Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS (ARENA Y GRAVA).

INTRODUCCIÓN:

Peso volumétrico.- Es el peso del material que llenaría un recipiente de volumen unitario, en el caso de los agregados se utiliza cuando se requiere manejar por volumen, es decir, este peso lo podemos convertir a cantidades de volumen.

Está claro que el peso volumétrico depende de qué tan densamente se ha comprimido el agregado y se entiende que, para un material de cierta densidad, el peso volumétrico depende del tamaño, distribución y forma de las partículas: las partículas de un solo tamaño se pueden comprimir hasta cierto límite, pero las más pequeñas pueden tomar el lugar de los huecos entre las más grandes, aumentando así el peso volumétrico del material comprimido. La forma de las partículas afecta mucho el grado de confinamiento que pueda lograrse.

Para un agregado grueso de determinada densidad, un peso volumétrico más alto significa que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento. En un tiempo, se ha usado la prueba de peso volumétrico para determinar el proporcionamiento de las mezclas.

El peso volumétrico real del agregado no sólo depende de las diversas características del material que determinan el grado potencial de confinamiento, sino también de la compactación real que se logre en un caso dado. Por ejemplo, si se usan partículas esféricas del mismo tamaño, el confinamiento más denso se logra cuando sus centros descansan en los vértices de un tetraedro imaginario. Por lo tanto, el peso volumétrico es 0.74 del peso específico del material. Para un empaque mínimo los centros de las esferas estarán en las esquinas de cubos

imaginarios, y el peso volumétrico será de sólo 0.52 del peso específico del sólido.

Así pues, para propósitos de prueba, se tiene que especificar el grado de compactación. La BS 812: Parte 2:1975 reconoce dos grados: flojo (o no compactado) y compactado. La prueba se efectúa en un cilindro de metal de profundidad y diámetro prescritos, lo que depende del tamaño máximo del agregado y de si está determinado el peso volumétrico compactado o sin compactar. Para determinar el peso volumétrico suelto se coloca suavemente el agregado seco dentro de un recipiente hasta llenarlo, y después se empareja pasando una varilla por la superficie. La relación entre el peso volumétrico compactado y sin compactar suele ser del orden de 0.87 y 0.96.

Si tomamos varias muestras de un material determinado y preparamos cubos de volumen unidad y los pesamos, encontraremos diferentes pesos volumétricos, debido a que cada cubo tendrá más o menos huecos o vacíos:

$$W_1 = P_1/V$$

$$W_2 = P_2/V$$

$$W_3 = P_3/V$$

$$W_4 = P_4/V$$

$$W_1 \neq W_2 \neq W_3 \neq W_4$$

Por lo tanto debemos tomar para calcular el peso volumétrico, el peso medio:

$$W = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + P_4)/4}{Volumen} = \frac{P_m}{V} \text{ kg/m}^3$$

Si se conoce la densidad aparente del agregado para una condición de saturado y superficialmente seco, δ , la relación de huecos puede calcularse de la forma siguiente:

$$\text{Relación de vacíos} = 1 - \frac{P_v}{\delta P_u}$$

donde

P_v = peso volumétrico,

P_u = peso unitario del agua,

δ = densidad aparente del agregado.

Tabla 5. Valores de las propiedades mencionadas para diferentes agregados y tamaños de agregados.

AGREGADO	TAMAÑO (")	Pe	Pv	VACÍOS (%)	COMPACIDAD
CUARZO	¼	2.67	1490	0.44	0.56
CUARZO	¼ a 1 ½	2.67	1380	0.48	0.52
GRANITO	¼	2.62	1520	0.42	0.58
GRANITO	¼ a ¾	2.62	1390	0.47	0.53
GRANITO	¼ a 1 ¼	2.62	1420	0.46	0.54
GRANITO	¼ a 2	2.62	1560	0.40	0.60
GRANITO	1 a polvo	2.58	1530	0.40	0.60
CALIZA	1 a polvo	2.49	1540	0.38	0.62
BAZÁLTICO	¼	2.90	1570	0.46	0.54
BAZÁLTICO	½ a 1 ½	2.90	1440	0.50	0.50
BAZÁLTICO	1 ½ a 3	2.90	1490	0.48	0.52

Contenido de humedad del agregado.- En la práctica de la densidad se mencionó que en el concreto fresco el volumen ocupado por el agregado es el de las partículas, incluyendo los poros. Si se desea que no haya movimiento de agua que penetre en los agregados, los poros de los mismos deben estar llenos de agua; es decir, que el agregado se debe encontrar en un estado de total saturación. Por otra parte, cualquier cantidad de agua que se encuentre en la superficie de los agregados contribuirá al aumento del agua en la mezcla y ocupará un volumen además del de las partículas del agregado. Por lo tanto, el estado básico del agregado es saturado y superficialmente seco.

Cuando el agregado está expuesto a la lluvia, se acumula una cantidad considerable de humedad en la superficie de las partículas y, a excepción de la parte superior de la pila, la humedad se conserva durante mucho tiempo. Esto ocurre especialmente cuando se trata de agregado fino, la humedad superficial o libre se debe tomar en cuenta en el cálculo de cantidades para la mezcla. La humedad superficial se expresa como un porcentaje del peso del agregado saturado y superficialmente seco y se le conoce como el contenido de humedad.

Puesto que la absorción representa el contenido de agua del agregado en condiciones de saturado y superficialmente seco y el contenido de humedad es el agua que sobra en dicho estado, el contenido total de agua de un agregado húmedo es igual a la suma de la absorción y el contenido de humedad.

Como el contenido de humedad del agregado varía con el clima, es necesario determinar con frecuencia el valor del contenido de humedad; para ello se han ideado varios métodos. El más antiguo de ellos consiste, simple y sencillamente, en encontrar la pérdida de peso de una muestra de agregado sometida a secado en una charola colocada sobre una fuente de calor. Cuando la arena adquiere un tono café, es indicio inequívoco de sobresecado. Este método se conoce por lo general como "método del sartén", es fácil, confiable y se puede utilizar en el campo.

Los agregados gruesos retienen una cantidad menor de agua que los agregados finos.

Las arenas, de acuerdo con su humedad superficial se puede clasificar como sigue:

- a) Secas
- b) Poco húmedas
- c) Húmedas
- d) Muy húmedas.

OBJETIVOS:

Conocer el peso volumétrico en estado suelto y compactado, así como el contenido de humedad de los agregados pétreos.

MATERIAL:

- Arena
- Grava

EQUIPO:

- Cucharón.
- Enrazador.
- Molde para Peso Volumétrico de la Grava.
- Molde para Peso Volumétrico de la Arena.
- Varilla punta de bala.
- Balanza de 1 kg. con aproximación de 1 gramo.
- Báscula de 120 kg. con aproximación de 10 gramos.

- Dos vasos de aluminio.
- Charola.

DESARROLLO:

ESTADO SUELTO

- 1.- Pesar los moldes de peso volumétrico y calcular su respectivo volumen, registrar los datos obtenidos.
- 2.- Vaciar el material en el molde, utilizando el cucharón. Al vaciar los materiales se le debe dar una caída libre de aproximadamente 50 centímetros.
- 3.- Pesar el molde, conteniendo el material.
- 4.- Calcular el peso volumétrico seco suelto, con la siguiente fórmula:

$$P.V.S.S. = \frac{(Peso\ molde + Peso\ material) - Peso\ molde}{Volumen\ del\ molde} \text{ kg / m}^3$$

donde:

P.V.S.S.= Peso volumétrico seco suelto.

ESTADO COMPACTADO

- 1.- Pesar el molde de peso volumétrico y obtener su volumen, anotando el resultado.
- 2.- Vaciar el material en tres capas, donde, cada una se apisonará con 25 golpes en forma concéntrica, sin llegar a la capa anterior y entasar el material una vez que se haya llenado el molde. (En el caso de la grava, llenar los huecos en forma manual).
- 3.- Pesar el molde conteniendo el material.
- 4.- Calcular el peso volumétrico con la siguiente fórmula:

$$P.V.S.C. = \frac{(Peso\ molde + Peso\ material) - Peso\ molde}{Volumen\ del\ molde} \text{ kg / m}^3$$

donde:

P.V.S.C. = Peso volumétrico seco compactado.

CONTENIDO DE HUMEDAD

- 1.- Se obtiene el peso de los vasos de aluminio.

2.- Se pesan 200 gr. de cada material y se vierten en los vasos para obtener su peso húmedo y se ponen dentro del horno durante 24 horas, pasado ese tiempo obtener su peso seco.

3.- Obtener el porcentaje de humedad de acuerdo con la fórmula:

$$W \% = \frac{W_h - W_s}{W_s} \times 100$$

donde:

W = Contenido de humedad en porcentaje.

W_h = Peso de la muestra húmeda.

W_s = Peso de la muestra seca.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

-- Recordar que se tienen que ajustar la balanza y la báscula para obtener los pesos correctos tanto de los moldes como de los pesos volumétricos.

-- Al llenarse los moldes, antes de pesarlos se deben enrasar éstos, en la arena tanto en el estado suelto como en estado compactado y en la grava en el estado suelto se harán con el enrazador, mientras que en el caso de la grava en el estado compactado se hará en forma manual llenando los huecos con el material necesario para este fin.

CONCLUSIONES:

El conocer el peso específico y el peso volumétrico de los materiales es estar en condiciones de valorizar la compactación del conjunto que se utilizará en la elaboración de una mezcla, ya que a mayor peso volumétrico y peso específico constante se tiene menor porcentaje de vacíos, con lo cual se utiliza menor cantidad de aglomerante, para un concreto o mortero de resistencia dada.

Así también al conocer la cantidad de humedad de los agregados estaremos garantizando la resistencia proyectada ya que conoceremos la cantidad exacta de agua necesaria de acuerdo con la relación agua/cemento en la elaboración de un concreto.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LABORATORIO DE
 RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN

PESO VOLUMÉTRICO Y CONTENIDO
 DE HUMEDAD DE LA ARENA

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 FECHA: 22 SEPTIEMBRE 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
PESO DEL MOLDE (Pm)	1.600	Kg
DIÁMETRO DEL MOLDE (Dm)	0.151	M
ALTURA DEL MOLDE (Hm)	0.16	M
VOLUMEN DEL MOLDE (Vm)	0.0028	M ³
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA SUELTAS (Pm + Mss)	5.710	Kg
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA COMPACTADA (Pm + Msc)	6.144	Kg
MUESTRA SECA SUELTAS Mss = (Pm + Mss) - Pm	4.05	Kg
MUESTRA SECA COMPACTADA Msc = (Pm + Msc) - Pm	4.48	Kg
PESO MATERIAL HÚMEDO (Pmh)	200	gr
PESO TARA (Pt)	84.82	gr
PESO TARA + MUESTRA HÚMEDA (Pt + Mh)	284.82	gr
PESO TARA + MUESTRA SECA (Pt + Ms)	175.8	gr
PESO MATERIAL SECO (Pms) = (Pt + Ms) - Pt	190.98	gr

CÁLCULOS:

CÁLCULO DEL P.V.S.S.

$$PVSS = \frac{(Pm + Mss) - Pm}{Vm} = \frac{5.710 - 1.655}{0.0028} = 1448.21 \text{ Kg / m}^3$$

CÁLCULO DEL P.V.S.C.

$$PVSC = \frac{(Pm + Msc) - Pm}{Vm} = \frac{6.144 - 1.655}{0.0028} = 1603.21 \text{ Kg / m}^3$$

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD W%

$$W\% = \frac{(Pmh - Pms)}{Pms} \times 100 = \frac{200 - 190.98}{190.98} \times 100 = 4.72 \%$$

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN

PESO VOLUMÉTRICO Y CONTENIDO
DE HUMEDAD DE LA GRAVA

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
FECHA: 23 SEPTIEMBRE 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
PESO DEL MOLDE (Pm)	5.15	Kgs
DIÁMETRO DEL MOLDE (Dm)		M
ALTURA DEL MOLDE (Hm)		M
VOLUMEN DEL MOLDE (Vm)	0.014	m ³
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA SUJETA (Pm + Mss)	23.350	Kgs
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA COMPACTADA (Pm + Msc)	24.050	Kgs
MUESTRA SECA SUJETA $Mss = (Pm + Mss) - Pm$	18.20	Kgs
MUESTRA SECA COMPACTADA $Msc = (Pm + Msc) - Pm$	18.90	Kgs
PESO MATERIAL HÚMEDO (Pmh)	200	gr
PESO TARA (Pt)	84.7	gr
PESO TARA + MUESTRA HÚMEDA (Pt + Mh)	284.7	gr
PESO TARA + MUESTRA SECA (Pt + Ms)	284.2	gr
PESO MATERIAL SECO $(Pms) = (Pt + Ms) - Pt$	199.5	gr

CÁLCULOS:

CÁLCULO DEL P.V.S.S.

$$PVSS = \frac{(Pm + Mss) - Pm}{Vm} = \frac{23.350 - 5.15}{0.014} = 1300.00 \text{ Kg / m}^3$$

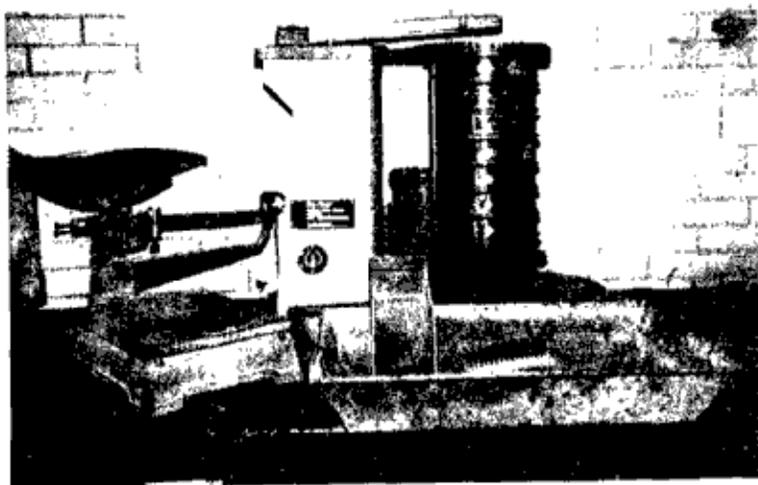
CÁLCULO DEL P.V.S.C.

$$PVSC = \frac{(Pm + Msc) - Pm}{Vm} = \frac{24.050 - 5.15}{0.014} = 1350.00 \text{ Kg / m}^3$$

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD W%

$$W\% = \frac{(Pmh - Pms)}{Pms} \times 100 = \frac{200 - 199.5}{199.5} \times 100 = 0.25 \%$$

ANEXO FOTOGRAFICO 2



FOTOGRAFIA 7
EQUIPO PARA LA GRANULOMETRÍA, TANTO DE LA GRAVA
COMO PARA LA ARENA



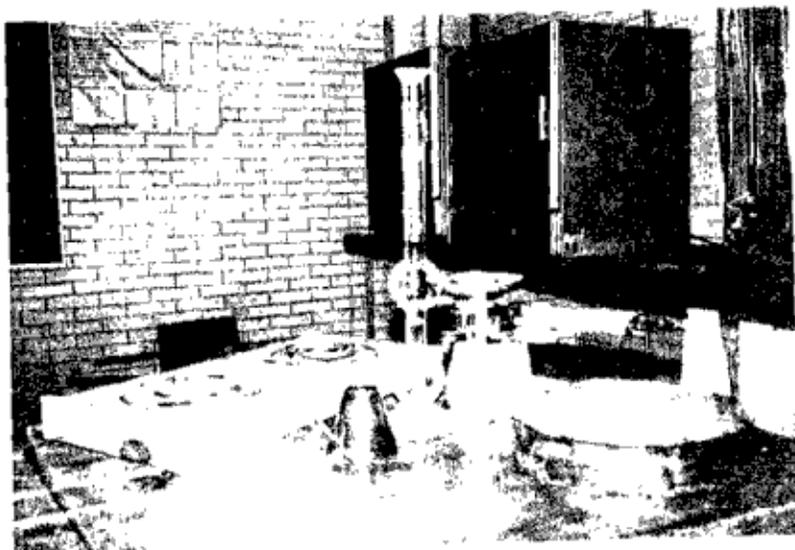
FOTOGRAFIA 8
PESADO DE LOS CONTENIDOS DE CADA MALLA
ASÍ COMO LA SEPARACIÓN DE CADA UNO DE ELLOS



FOTOGRAFIA 9
UTILIZACIÓN DEL EQUIPO DE LABORATORIO (RO-TAP)
PARA LA SEPARACIÓN DE PARTÍCULAS POR TAMAÑOS



FOTOGRAFIA 10
PESADO DE LOS CONTENIDOS RETENIDOS EN LAS MALLAS
Y CLASIFICACIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DE LA GRAVA



FOTOGRAFIA 11
EQUIPO PARA REGISTRAR LA ABSORCIÓN Y PESO ESPECÍFICO
DE LA ARENA



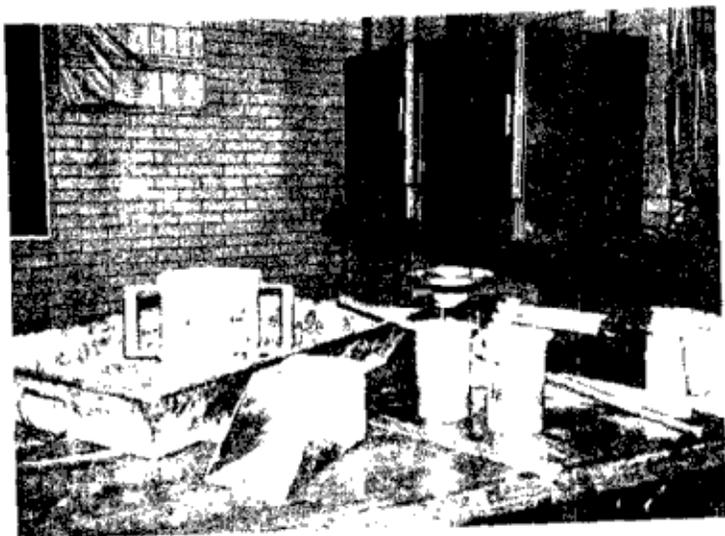
FOTOGRAFIA 12
APISONADO DE LA ARENA PARA ENCONTRAR LA CONDICIÓN
SATURADA Y SUPERFICIALMENTE SECA DE LA ARENA



FOTOGRAFIA 13
EQUIPO USADO EN LA OBTENCIÓN DEL PESO ESPECÍFICO
DE LA GRAVA.



FOTOGRAFÍA 14
SECADO SUPERFICIAL SATURADO DE LA GRAVA.
DESPUÉS SE INTRODUCIRA EN EL PICNOMETRO



FOTOGRAFÍA 15
EQUIPO DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA ARENA.



FOTOGRAFIA 16
APISONADO DE LA ARENA EN EL MOLDE
PARA OBTENER SU PESO COMPACTADO.
EN EL CASO DEL PESO SUELTO,
EL MATERIAL SE DEJA CARR CON
UNA ALTURA DE 50 CM.



FOTOGRAFÍA 17
EQUIPO PARA OBTENER EL PESO
VOLUMÉTRICO DE LA GRAVA



FOTOGRAFIA 18
APISONADO DE LA GRAVA DENTRO DEL MOLDE.
EN EL CASO SUELTO SE DEJA CAER EL MATERIAL
A 50 CM DE ALTURA Y SE RELLENA LOS HUECOS
MANUALMENTE

U. N. A. M.

CAMPUS ARAGON

CAPITULO III

ENSAYES EN HORMIGON

DOSIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO PARA UNA LOSA

INTRODUCCIÓN:

El concreto es una mezcla de agregados pétreos, y cemento más agua que al endurecerse forma una piedra con características específicas según se haya diseñado.

El material químicamente activo es el cemento al entrar en contacto con el agua ligando los agregados, formando así una masa sólida al endurecerse .

Las propiedades del concreto endurecido las especifica el diseñador de la estructura, y las propiedades del concreto fresco se rigen por el tipo de construcción y por las técnicas del colado y transportación. Estos dos grupos de requisitos permiten determinar la composición de la mezcla, teniendo presente el grado de control que se ejercerá en la obra. De esta forma la dosificación ó diseño de una mezcla de concreto es el proceso para seleccionar y determinar sus cantidades relativas, con el fin de producir, con el mayor ahorro posible, concreto,tomando en cuenta consistencia, resistencia y durabilidad. Cabe mencionar que la trabajabilidad de la mezcla influye significativamente en el costo de la mano de obra: una consistencia inadecuada para los medios de compactación disponibles da como resultado un elevado costo de mano de obra (o un concreto insuficientemente compactado), aunque la organización y equipo empleado son factores que no se toman en cuenta en el análisis del diseño de la mezcla.

El concreto, sobre todo el que se elabora con cemento Portland, tiene un extenso uso en la construcción, debido a sus características favorables.

Una de las más importantes es la alta resistencia y bajo costo; otra es su plasticidad, pues en su etapa inicial ó estado fresco puede tomar cualquier forma,

ELASTICIDAD

El concreto es un material linealmente elástico, la relación esfuerzo-deformación para cargas crecientes en forma continua se traza como línea curva y para un concreto que ha endurecido completamente y recibe una precarga moderada, ésta curva es prácticamente una recta dentro de los límites de los esfuerzos usuales de trabajo. El módulo de elasticidad para concretos normales a los 28 días está entre 202.500 y 286.200 kg/cm².

IMPERMEABILIDAD

Esta cualidad es de gran importancia para las estructuras que se localicen debajo del nivel del terreno o expuestas al agua, ya que el deterioro que pueden sufrir por la penetración de la humedad es considerable. Para aumentar la impermeabilidad de un concreto se necesita aumentar su densidad, lo cual se logra con la relación agua/cemento estricta y una masa uniforme.

ELABORACIÓN

Las proporciones en que se mezclan los distintos componentes para fabricar un concreto, varían de acuerdo a las características deseadas, sin embargo el porcentaje de cada uno respecto al volumen total, se encuentra generalmente como lo indica la siguiente tabla:

Tabla 6. Composición proporcional del concreto en volumen

COMPONENTE	VOLUMEN %
AGREGADOS (Grava + Arena)	75.0
Cemento	10.0
Agua	15.0

La calidad de la pasta, así como la resistencia, densidad, trabajabilidad, impermeabilidad y durabilidad se determinan por las proporciones de agua y cemento junto con la granulometría de los agregados. De la granulometría ya se vio en las prácticas anteriores, y de la relación agua-cemento lo mencionaremos enseguida.

La relación agua-cemento A/C.

Las relaciones de agua-cemento que aparecen en la tabla 7, se pueden usar como guía para mezcla de concreto de diferentes resistencias.

Tabla 7. Relaciones de agua-cemento A/C máximas permisibles para concreto

f _c A 28 días (kg/cm ²)	CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO		CONCRETO CON AIRE INCLUIDO	
	A/C MÁXIMA (lt/saco)	A/C ABSOLUTA POR PESO	A/C MÁXIMA (lt/saco)	A/C ABSOLUTA POR PESO
175	32.1	0.642	27.8	0.554
210	28.9	0.576	28.3	0.462
245	25.6	0.510	20.0	0.399
280	22.2	0.443	17.8	0.354

La etapa de elaboración de un concreto, comprende en forma general dos procesos. dosificación y mezclado.

DOSIFICACIÓN

El proporcionamiento de los agregados debe ser tan exacto como la magnitud de la obra lo requiera, se tienen varios métodos:

Métodos empíricos.

Son de carácter aproximado y se basan en nomogramas y tablas obtenidas de pruebas y experiencias, que sugieren las cantidades a utilizar, cuando el tiempo u otras condiciones no permiten dosificar utilizando otros métodos.

Métodos experimentales

Debido al gran número de variables, suele ser aconsejable proporcionar o dosificar las mezclas de concreto, con la preparación y prueba de

lotes experimentales Esto generalmente se hace cuando los materiales a utilizar son poco comunes, de calidad dudosa o en obras que por su magnitud no permiten ningún tipo de riesgo.

Métodos analíticos

De empleo habitual, basados en estudios de grandes investigadores, quienes han propuesto diversas fórmulas para determinar la resistencia probable que alcanzará el concreto al cabo de cierto tiempo, entre ellas podemos indicar:

$$\text{Fórmula de ABRAMS } R = \frac{A}{B^{1.5w}}$$

donde:

- R = resistencia a los 28 días en Kg / cm²
- A = constante = 985 para cemento Portland
- B = constante = 9
- w = relación agua-cemento en peso

$$\text{Fórmula de GRAF } R = \frac{Rm}{400} \left(\frac{1640}{7^{2w}} + 30 \right)$$

donde:

- R = resistencia a los 28 días en Kg / cm²
- Rm = resistencia alcanzada por el mortero normal 1:3 en peso a los 28 días = 400 para cemento Portland
- w = relación agua cemento en peso

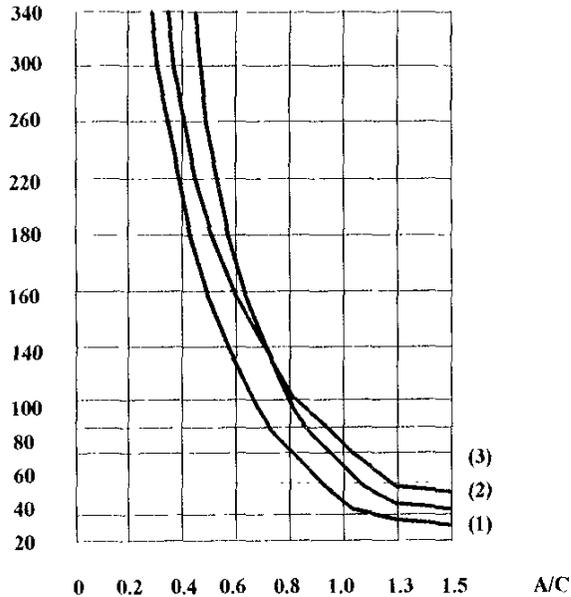
$$\text{Fórmula de BOLOMEY } R = \frac{Rm}{2.7} \left(\frac{1}{w} - 0.5 \right)$$

donde

- R = resistencia a los 28 días en Kg / cm²
- Rm = resistencia alcanzada por el mortero normal a los 28 días = 400 para cemento Portland
- w = relación agua cemento en peso

En las curvas de la figura 3, se representa el comportamiento de las fórmulas descritas, en ellas se observa la resistencia a la compresión expresada en kg / cm², en función de la relación agua-cemento en peso.

Figura 3, Curvas de Abrams (1), Graf (2) y Bolomey (3)



MEZCLADO

En el proceso de mezclado hay características que adquiere el concreto, tenemos:

Trabajabilidad

Es la facilidad con la que pueden mezclarse los componentes donde el concreto resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de homogeneidad

Fluidez

Es una medida de la cohesión que existe en una mezcla y su tendencia a la segregación y va ligada con la trabajabilidad.

Temperatura

La temperatura ambiente en el mezclado afecta la trabajabilidad del concreto, aunque en términos reales lo que es importante es la temperatura de la mezcla en sí.

Al aumentar la temperatura en un concreto hasta 50°C se observa una gran pérdida de trabajabilidad y se deben utilizar aditivos fluidificantes para recuperar la consistencia la temperatura recomendable es entre 20 y 33° C..

ETAPA DE COLOCACIÓN

Cuando se ha mezclado perfectamente el concreto se procede a colocarlo, también llamado colado, en las cimbras o moldes, para que adquiera su forma final, contempla factores de vital importancia, como son la segregación, compactación o vibrado, transporte y bombeo o lanzamiento en algunos casos; logrando el endurecimiento apropiado y no alterar las características de diseño por mal manejo.

Segregación

Es la separación de las partículas o elementos de la mezcla dejando de ser uniforme y cohesiva, dando lugar a una pasta poco compactable

Vibrado

El vibrado logra la compactación de la mezcla y evita huecos o espacios vacíos.

Bombeo

El bombeo en el concreto radica en hacerlo llegar a diversos puntos de un área extensa, que de otra manera no serían accesibles.

Concreto lanzado

Es un método de colocación en el cual se aplica el concreto directamente contra la forma por medio de un chorro de aire, es de especial utilidad para conformaciones donde no se tiene cimbras en un lado.

Concreto con agregado precolado

Se realiza en dos etapas, primero se coloca el agregado grueso en la cimbra y se compacta, después se llena de mortero las cavidades que quedan entre las partículas.

ETAPA DE ENDURECIMIENTO

Durante su endurecimiento se deben tomar los siguientes factores.

Fraguado

Es el endurecimiento del concreto y se debe a la acción química entre el agua y el cemento y continua indefinidamente mientras tenga humedad y temperatura favorables

Sangrado

El sangrado que se conoce también como ganancia de agua es un tipo de segregación en la cual parte del agua de la mezcla tiende a subir a la superficie del concreto recién colado

Curado

Es mantener el elemento de concreto saturado en agua manteniendo un ambiente húmedo por medio de adición de agua, los que sellan el agua dentro del concreto y los que apresuran la hidratación.

Dilatación y contracción

Son cambios volumétricos, como la contracción plástica que ocurre por evaporación del agua en el proceso de hidratación, producido grietas superficiales, o incluso puede ocurrir después del fraguado y presentarse como expansiones y contracciones.

Las expansiones se presentan cuando se tiene una fuente de agua que permite la hidratación continua y absorción de agua por parte del gel de cemento dando como resultado aumento en el volumen y peso.

RESISTENCIA

La resistencia del concreto puede ser de diferentes tipos: resistencia a agentes químicos; resistencia al intemperismo que incluye condiciones atmosféricas y temperaturas extremas; resistencia al fuego y resistencias mecánicas, de estas últimas hablaremos a continuación:

Resistencia a la tensión

Se calcula con la fórmula siguiente para especímenes cilíndricos:

$$f_{t_{\max}} = \frac{2P}{dl} \text{ (kg / cm}^2\text{)}$$

donde :

P = Carga máxima aplicada (kg.)

d = diámetro del espécimen (cm.)

l = longitud del espécimen (cm.)

Resistencia a compresión

Se emplea la siguiente fórmula:

$$f_c = \frac{P}{A} \text{ (kg / cm}^2\text{)}$$

donde:

f_c = resistencia a la compresión.

P = carga aplicada en forma axial al elemento a probar.

A = área transversal del mismo

Resistencia a flexión

Se calcula mediante el empleo de la fórmula:

$$f_r = \frac{Mc}{I}$$

donde:

f_r = Módulo de rotura (kg / cm²)

M = momento flexionante correspondiente a la carga máxima aplicada (kg x cm)

c = medio peralte de la sección (cm)

I = momento de inercia de la sección transversal (cm⁴)

Flujo plástico

La fluencia puede definirse como el aumento de deformación que se presenta bajo esfuerzos sostenidos y puede ser mucho mayor que la deformación causada por la carga normal.

TIPOS DE CONCRETO

DE ACUERDO AL TIPO DE CEMENTO

El tipo de cemento utilizado para elaborar el concreto, le proporciona ciertas características, de esta forma tenemos:

Concreto normal

Se utiliza el cemento Portland normal o tipo I.

Concreto de moderado calor de hidratación

Se utiliza el cemento tipo II o modificado.

Concreto de alta resistencia

Es el concreto en el cual se utiliza el cemento tipo III.

Concreto de bajo calor de hidratación

En este concreto se utiliza el cemento tipo IV.

Concreto de alta resistencia a los sulfatos

Al hacer un concreto con cemento tipo V.

SEGÚN EL TIPO DE AGREGADO

Concreto ciclópeo

Se le llama así al concreto que contiene agregado grueso normal y algunos mampuestos de tamaño mayor a 25 cm

Concreto ligero

Es aquel que tiene una densidad muy baja, la cual se produce debido a la selección de los agregados con esta misma característica.

Concreto pesado

Se produce con agregados más pesados que los normales.

Concreto sin finos

Es un concreto ligero en el cual se omite el agregado fino, dando como resultado un concreto con huecos.

Concreto de cascote

Es el concreto cuyos agregados son total o parcialmente restos triturados de ladrillos o de demolición de otros concretos.

Concreto con agregados orgánicos

Se emplean para su elaboración el serrín, viruta de madera, corcho, paja y turba obtenidos de la elaboración de productos de madera.

CONFORME A LOS ADICIONANTES

Concreto con puzolanas

Las puzolanas se utilizan como un ingrediente de los concretos con cemento Portland.

Concreto con dispersantes

Cuando al concreto se le agrega un dispersante, las partículas de la masa tienden a separarse distribuyéndose homogéneamente.

Concreto con inclusores de aire

Los agentes inclusores de aire tienen como finalidad ser ligero, trabajable y poroso.

Concreto con acelerante

El concreto al cual se le adicionan acelerantes del fraguado, proporciona resistencias elevadas a edades tempranas.

Concreto con retardantes

Los retardantes adicionados al concreto se encargan de retrasar el fraguado inicial del concreto con lo cual se baja notablemente la temperatura de la mezcla.

DE ACUERDO A LOS ADITIVOS COMERCIALES

Los aditivos se utilizan para controlar las características específicas del concreto.

Concreto con impermeabilizante

Se obtiene un concreto de baja permeabilidad, muy trabajable y admite una reducción del agua de mezclado.

Concreto con reductor de agua

El concreto con reductor de agua, permite incorporar a la mezcla únicamente el agua necesaria para lograr la resistencia especificada,

Concreto con fluidificante

Al tener un concreto fluido mediante aditivo, se obtiene una extraordinaria trabajabilidad, manteniendo su resistencia a edades tempranas.

Concreto con endurecedor metálico

El endurecedor metálico proporciona durabilidad y resistencia al concreto, pero no debe estar expuesto a humedad ya que tiende a la oxidación.

Concreto con estabilizador de volumen

El aditivo estabilizador de volumen reduce las contracciones y proporciona mayor resistencia al concreto.

OBJETIVO:

Dosificar un concreto con una resistencia a la presión de 250 kg/cm² donde se elaborará una viga y 9 cilindros de concreto simple.*

MATERIAL:

- Arena
- Grava
- Agua
- Cemento
- Aceite quemado

EQUIPO:

- Báscula con capacidad de 120 kg. y aproximación de 100 gramos
- Juego de pesas.
- Probeta graduada de 1000 mililitros.
- 4 palas.
- 4 cubetas.
- 9 moldes para cilindros de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura.
- 1 molde de vigueta de 15 x 15 x 60 centímetros.
- Cono truncado de 20 cm. de diámetro y 30.5 cm de altura, provisto de asas y orejas.
- Cucharón
- 1 varilla de 60 cm. de largo y punta de bala.
- Flexómetro o regla graduada de 30 centímetros.
- Enrazador.
- Cepillo de alambre.

DESARROLLO:

1.- Obtener la proporción para elaborar 9 cilindros de prueba y una viga de 15 cm. de diámetro por 30 cm. de alto y 15 por 15 por 60 cms. respectivamente

* Consultar el anexo de las curvas de ABRAHAMS, al final de la práctica.

2.- Hacer la mezcla y una vez obtenida, se verifica el revenimiento.

3.- Realización de la prueba del revenimiento:

a) Uniformizar la mezcla de concreto con el cucharón.

b) Colocar el cono truncado en una superficie plana, rígida y no absorbente, enseguida se sujeta con los pies, pisando las orejas del molde, de forma que no se mueva

c) Utilizando el cucharón, verter la mezcla fresca en el molde hasta que ocupe la tercera parte del volumen total.

d) Apisonar la mezcla con la varilla punta de bala dándole 25 golpes en forma concéntrica.

e) Llenar la segunda capa (2/3) y apisonar en la misma forma anterior pero con la variante de que la varilla no debe penetrar por más de 1 pulgada la capa ya compactada.

f) Terminar de llenar el molde y apisonar esta última capa con la misma observación anterior.

g) Lleno el molde, se enraza con la varilla punta de bala y retirar el material o mezcla sobrante.

h) Sujetar el molde por las asas, retirar los pies de las orejas del molde y alzarlo en forma vertical de un solo movimiento.

i) Colocar el molde a un lado de la mezcla y con ayuda de la varilla colocándola en forma horizontal en la parte superior del molde, medir la distancia que hay entre la varilla y la mezcla revenida. Si la superficie de la mezcla es muy irregular se deberán tomar tres lecturas y luego promediarse.

j) Obtenido el dato del revenimiento, se procede a llenar los moldes cilíndricos, así como la viga como se indica a continuación.

4.- Engrasar los moldes, tanto los cilíndricos como la viga

5.- Llenar los moldes con la mezcla elaborada, en tres capas, apisonando cada una con la varilla punta de bala sin que ésta penetre por más de una pulgada la capa anterior, con 25 golpes en forma concéntrica.

6.- Enrazar los moldes dándole a la superficie libre, una tersura liza y etiquetarlos.

7.- Colocar los moldes en el cuarto de curado o en su caso, en un lugar resguardado de movimiento por un lapso de 24 horas.

8.- Descimbrar los cilindros y la viga 24 horas después de haber sido elaborados.

9.- Ya que están descimbrados los especímenes, colocarlos nuevamente en el cuarto de curado a una temperatura entre 21 y 25° C, humedad relativa del 100%, inmersos en agua o enterrados en arena húmeda.

10.- A los 7 días, se prueban dos cilindros a compresión (se obtendrá aproximadamente un 60% de la $f'c$ de proyecto)

11.- A los 14 días, se prueban dos cilindros a compresión (se obtendrá aproximadamente un 80% de la $f'c$ de proyecto).

12 - A los 28 días, se prueban los tres últimos cilindros a compresión (se obtendrá el 100% de la $f'c$ de proyecto).

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

-- En la dosificación para la estructura a elaborar se debe tener en cuenta el método a utilizar, como se dijo en la teoría pues cada uno tiene variantes. En el método que se utilizó para la realización de la práctica es importante el criterio de quien lo utiliza al tratarse de aproximaciones en gráficas.

-- La prueba del revenimiento se debe llevar a cabo en una charola rectangular y no absorbente para evitar la pérdida de agua y de no poderse hacer así se tiene que remojar el piso de modo que no absorva el agua de la mezcla.

CONCLUSIONES:

Es importante tener en cuenta cada uno de los métodos existentes para poder seleccionar el que mejor ó aquel que se acomode a las condiciones en que se encuentre el encargado de la dosificación.

En el mercado existen tablas en las que podemos basarnos para dosificaciones confiables. Para obras grandes en volumen o importancia lo recomendable es tener el análisis preciso de los materiales que se utilizaran y por ende la dosificación basada en estos para garantizar una obra con las características del proyecto.

DOSIFICACIÓN:

Metodo: Curvas de Abrams*

Calcular la dosificación para 9 cilindros de 15 cm. de diámetro por 30 cm de altura y una viga de 15 x 15 x 60 cm, con un revenimiento de 10 ±2 cm., f' c de 250 kg/cm² en condiciones comunes de trabajo y con una relación agua-cemento en peso.

1°.- Relación A/C , (agua-cemento) en peso.

De la gráfica de G-C-8, se tiene que, para un f' c de 250 kg/cm² y de la curva B con condiciones comunes de trabajo, la relación agua-cemento es de:

$$\text{Relación } A/C \text{ en peso} = 0.42$$

2°.- Obtención de la relación A/C , en volumen.

Esta se calcula por medio de la multiplicación del dato de la relación agua-cemento en peso por el valor del peso específico del cemento.

$$\text{Relación } A/C \text{ en volumen} = 0.42(3.12) = 1.31$$

3°.- Relación G/A (grava-arena) en peso.

De la figura 1 de G-C-18 y de acuerdo al modulo de finura de la arena y la curva de tamaño máximo de agregado grueso, en este caso de 3/4", obtenemos la relación grava-arena.

$$\text{Relación } G/A \text{ en peso} = 1.7$$

4°.- Cálculo de la relación G/A en volumen.

Se obtiene con la multiplicación del dato de la relación grava-arena con el cociente de la densidad de la arena y la densidad de la grava.

$$\frac{\text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}} (17)$$

$$\text{Relación } G/A \text{ en volumen} = \frac{2.41}{2.63} (17) = 1.56$$

5°.- Cantidad de agua.

De la figura 2 de G-C-18, teniendo en cuenta la relación grava-arena por peso y la curva del tamaño máximo de agregado grueso, se obtiene:

$$\text{Cantidad de agua} = 181 \text{ l.}$$

* Consultar las curvas de ABRAHAMS al final de la práctica.

6°.- Cantidad de cemento.

La cantidad de cemento se obtiene con la expresión:

$$\frac{\text{Cantidad de agua}}{A / C \text{ volumen}}$$

$$\text{Cantidad de cemento} = \frac{181}{131} = 138.17 \text{ kg.}$$

7°.- Cantidad de lechada.

Se obtiene de la suma:

Cantidad de agua + Cantidad de cemento

$$\text{Cantidad de lechada} = 181 + 138.17 = 319.17 \text{ kg.}$$

8°.- Cantidad de agregado

Partiendo de la unidad, es decir de 1000, se tiene que:

$$\text{Cantidad de agregado} = 1000 - 319.17 = 680.83 \text{ kg.}$$

9°.- Cantidad de arena.

Se calcula de la ecuación:

$$\frac{\text{Cantidad de agregado}}{G / A \text{ volumen} + 1}$$

$$\text{Cantidad de arena} = \frac{68083}{156 + 1} = 265.95 \text{ kg.}$$

10°.- Cantidad de grava.

Se calcula sustrayendo la cantidad de arena a la cantidad de agregado.

Cantidad de grava = Cantidad de agregado - Cantidad de arena

$$\text{Cantidad de grava} = 680.83 - 265.95 = 414.88 \text{ kg.}$$

Cálculo del volumen del material a utilizar.

Volumen de un cilindro con diámetro de 15cm. y altura de 30cm.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \times 0.15^2}{4} = 0.0177$$

$$V = A \times H = 176.71 \times 0.30 = 0.0053 \text{ m}^3.$$

Volumen de los 9 cilindros

$$0.0053(9) = 0.0477 \text{ m}^3$$

Volumen de la viga de 15 x 15 x 60 cm.

$$0.15 (0.15) (0.60) = 0.0135 \text{ m}^3.$$

Volumen Total.

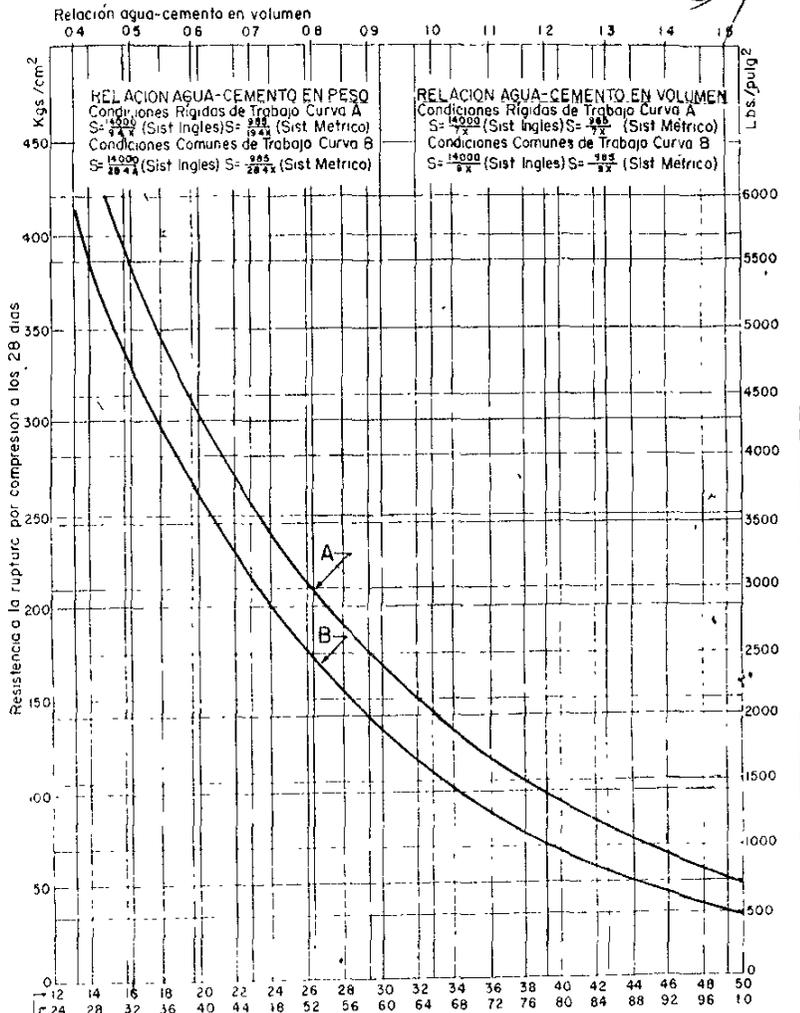
$$V_t = 0.0477 + 0.0135 = 0.0612 \text{ m}^3.$$

CALCULO DE LAS CANTIDADES DE MATERIAL A UTILIZAR

MATERIAL	CANTIDADES OBTENIDAS	PESO ESPECÍFICO	PESO VOL SUELTO	KG / M3	PROPORCIÓN	KG/SACO	L/SACO	PROP VOL	VOL ABS
					PESO				
CEMENTO	138	3,12	1710	431	0,32	16	9,37	0,28	5,14
AGUA	181	1		181	1,00	50	0,00	0,00	50,00
ARENA	266	2,41	1448	641	0,41	21	14,33	0,43	8,61
GRAVA	415	2,63	1300	1091	0,38	19	14,62	0,44	7,23

ANEXO A CURVAS DE ABRAHAMS

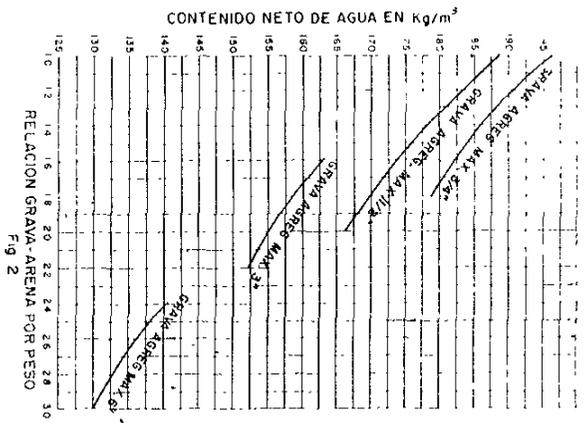
S. C. O. P.
 DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS Y LABORATORIOS
 DEPTO DE ENSAYE DE MATERIALES Y DE ESTRUCTURAS
 SECCION DE CONCRETO



CURVAS DE ABRAHAMS

CALCULO A DOVALI J	JEFE SEC ING F SANTOS O
DIBUJO S PADILLA G	JEFE DEPTO ING L BALCAZAR P

G-C-2

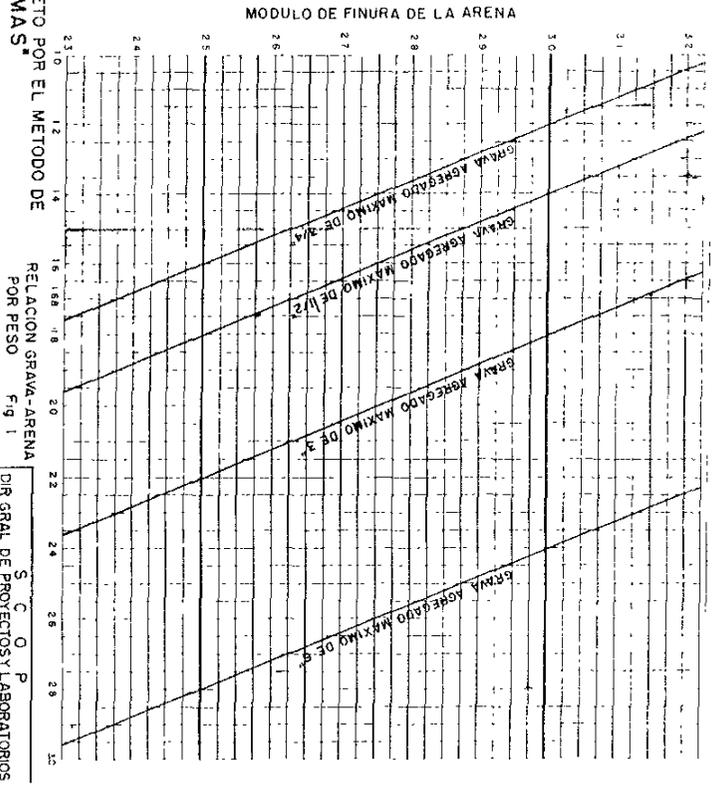


PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR EL METODO DE "CURVAS Y NOMOGRAMAS"

Método de curvas - son tablas y nomogramas para determinar estas gráficas con el nomograma G-C-6.
 Gráfico 1 - Se divide con el módulo de finura en el eje de las abscisas y se obtiene la relación gravimétrica.
 Gráfico 2 - La relación gravimétrica obtenida en el gráfico 1, se proyecta sobre la curva de agregado máximo que se tenga.
 Gráfico 3 - La relación gravimétrica obtenida en el gráfico 1, se proyecta sobre la curva de agregado máximo que se tenga.
 Gráfico 4 - La relación gravimétrica obtenida en el gráfico 1, se proyecta sobre la curva de agregado máximo que se tenga.
 Gráfico 5 - La relación gravimétrica obtenida en el gráfico 1, se proyecta sobre la curva de agregado máximo que se tenga.

CONSTRUJO Y ASESORO VERIFICO ING. S. SANTOS
 DIBUJO S. PADILLA G
 ADAPTO

Este contenido de agua se condice para un volumen de 4' de concreto, considerando diferentes tipos de agregados con un 2% por cada milímetro de diferencia para 4', si es mayor sumandose y si menor restándose. Una vez se obtiene la cantidad de agua se usa el nomograma G-C-6.
 La gráfica limitada por el volumen de agua que tiene el agua debe estar entre 5.0 a 9.0, son las que se usan, deponer en la gráfica correspondiente del Manual de Concreto.



S. C. O. P.
 DIR. GRAL. DE PROYECTOS Y LABORATORIOS
 DEPTO. DE ENSAYE DE MATERIALES DE ESTRUCTURAS
 Sección de Concreto
 GRÁFICAS PARA DETERMINAR LA RELACION GRAVA-ARENA Y EL CONTENIDO NETO DE AGUA POR PESO
 EL JEFE DE LA SECCION
 EL JEFE DEL DEPTO.
 MEXICO, D.F.
 MAR 1954
 G-C-8

PRUEBA DE COMPRESIÓN SIMPLE EN CILINDROS DE CONCRETO

INTRODUCCIÓN:

La resistencia a la compresión directa, en el concreto es un índice de su calidad, pudiendo derivarse de ello todos los valores de los distintos esfuerzos que se necesitan conocer para prever su comportamiento estructural.

No existe una convención aceptada universalmente sobre qué tipo de espécimen es el mejor para realizar ensayos de compresión. Por lo general se utilizan tres tipos: cilindros, cubos y prismas.

En nuestro medio y en muchas partes del mundo se usan cilindros con una relación de esbeltez igual a dos.

En estructuras de concreto reforzado el espécimen usual es el cilindro de 15 de diámetro x 30 cm. de altura, en estructuras construidas con concretos en masa donde se emplean agregados de gran tamaño (de 10 a 15 cm), se usan cilindros de 30 x 60 cm. ó de 60 x 120 cm. respectivamente. Generalmente las resistencias se determinan a los 28 días de edad del concreto o a la edad en que el mismo vaya a recibir su carga de servicio.

Tanto cilindros como cubos y prismas tienen ventajas y desventajas, pero la tendencia actual parece inclinarse hacia el uso de los cilindros. Para lograr una prueba a la compresión aceptable es necesario que las cabezas de la máquina de ensaye estén totalmente en contacto con las superficies del espécimen en ambos extremos de manera que la presión ejercida sea lo más uniforme posible.

Una ventaja importante de los cilindros sobre los cubos es la disminución del efecto de confinamiento y de la restricción al desplazamiento lateral, debida a la fricción de los extremos contra la máquina. Por su mayor relación de esbeltez, estos efectos son mucho menores que en los cubos.

Existe una gran cantidad de variantes que intervienen en el ensaye de un cilindro, por lo que hay que seguir las instrucciones que nos marcan las normas vigentes.

Para determinar el valor de la resistencia a compresión, se requieren especímenes de dimensiones definidas que guardan cierta relación con el tamaño de los agregados de la mezcla. Generalmente cuando se parte de concretos frescos, el molde que dará forma al espécimen de prueba es cilíndrico y su tamaño estará definido por la tabla 13, que nos muestra las dimensiones adecuadas para diferentes tamaños máximos de agregado, tomando una relación de altura **h** con el diámetro **D** de 2.0.

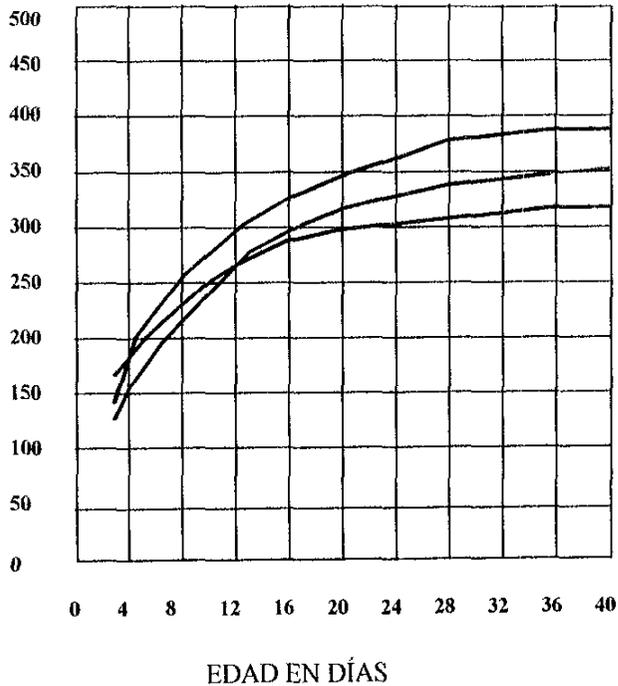
Tabla 8. Tamaño del espécimen para prueba de compresión

TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO		$h / D = 2.0$	
mm.	pulgadas	h (pulgadas)	D (pulgadas)
6.4 o menos	$\frac{1}{4}$ o menos	4	2
6.4 a 19.1	$\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$	8	4
19.1 a 38.1	$\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	12	6
38.1 a 76.2	$1\frac{1}{2}$ a 3	24	12
76.2 a 152.4	3 a 6	36	18

El efecto de la edad sobre la resistencia de un concreto se muestra en la gráfica de la figura 5, la cual nos muestra concretos con diferentes tipos de cemento.

Figura 4. Relación entre edad de un concreto y su resistencia a compresión

RESISTENCIA A
COMPRESIÓN Kg/cm²



La carga total de ruptura o falla del espécimen debe expresarse como resistencia unitaria en kg/cm² y se calcula con la fórmula:

$$\text{Resistencia unitaria, } f'c = \frac{P}{A}$$

donde.

P = carga total registrada en kg

A = área de la sección transversal del espécimen en cm².

CABECEO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO.

Las bases de los especímenes en lo general no presentan superficies verdaderamente planas, por lo que siempre existe la necesidad de preparar las caras que van a recibir la carga directamente de la máquina de ensaye.

A este proceso se le denomina "cabeceo", y debe efectuarse con materiales lo suficientemente resistentes para transmitir los esfuerzos sin deteriorarse.

La mezcla más satisfactoria es la de tres partes en peso de azufre por una de material inerte finamente molido el cual puede ser arcilla cribada que pase la malla 40.

Se prepara calentándola a una temperatura de entre 175 y 200° C para fundirla, se deja enfriar un poco antes de utilizarla.

OBJETIVO:

Someter especímenes de concreto a un esfuerzo de compresión simple, para determinar si cumple con la resistencia de proyecto

MATERIAL:

- Especímenes de concreto ya endurecido.
- Azufre en flor.
- Aceite quemado.

EQUIPO:

- Cabeceador.
- Martillo con cabeza de hule.
- Espátula en forma de abanico.
- Crisol o recipiente metálico para fundir azufre.
- Parrilla eléctrica.
- Cepillo de alambre
- Máquina universal.

DESARROLLO:

CABECEO:

- 1.- Secar superficialmente los cilindros de concreto.
- 2.- Usando la parrilla, fundir el azufre.
- 3.- Quitar la costra natural de concreto de las bases de los cilindros a probar, hasta lograr una superficie rugosa, con un cincel por no más de 1.5 mm. Esto con la finalidad de que el azufre se adhiera fácilmente a la base del cilindro.
- 4.- Limpiar el polvo y las partículas de concreto de las bases de los cilindros utilizando para esto un cepillo de alambre.
- 5.- Engrasar la placa laminada del cabeceador.
- 6.- Verter el azufre fundido en la depresión de la placa laminada sin llenarla totalmente.
- 7.- Inmediatamente se coloca el cilindro en la mezcla fundida antes de que se cristalice.
- 8.- Una vez que se ha enfriado el azufre, golpear ligeramente la placa para que esta se desprenda.
- 9.- Repetir los pasos 4 a 8 para la base opuesta del mismo cilindro.
- 10.- De esta manera quedan listos los cilindros para realizar la prueba de compresión simple.

PRUEBA DE COMPRESIÓN SIMPLE

- 1.- Colocar el cilindro en la mesa de la máquina de pruebas.
- 2.- Ajustar la máquina universal en ceros.
- 3.- Aplicar la carga lentamente hasta la falla del cilindro.
- 4.- Anotar la carga donde ocurra la falla, ésta se debe expresar como resistencia unitaria.
- 5.- Calcular la resistencia con la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

donde

- $f'c$ = Resistencia a la compresión, en kg/cm^2 .
 P = Carga soportada por el cilindro.
 A = Área de la base del cilindro.

- 6.- Obtener la resistencia y compararla con la de proyecto.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Verificar que la superficie que hará contacto con el azufre estará rugosa, con el fin de que éste se adhiera lo mejor posible al cilindro.

Tener cuidado de mantener el cilindro en contacto con las placas verticales del cabeceador para de esta forma darle la escuadra necesaria a la base de azufre.

Engrasar el centro de los cabezales de la máquina universal para evitar que se pegue la pasta de azufre al aplicarse la carga.

Una vez ocurrida la falla del elemento, es decir, cuando la máquina deje de registrar carga, si se desea, pedir una recarga para observar la presión a la que puede llegar el espécimen después de que ésta se presente.

CONCLUSIONES:

La compresión axial en cilindros de concreto es la prueba tradicional para determinar la resistencia del concreto endurecido previamente proyectado y se supone es la que deben alcanzar los cilindros representativos de dicho concreto a los 28 días de elaborado en condiciones normales de curado.

Es frecuente realizar pruebas a cilindros con edades menores a la considerada como estándar, es decir, a 7 y 14 días con las que se persiguen dos fines principales:

a) Usar el dato anticipado, para predecir la resistencia alcanzada a los 28 días, en función de relaciones empíricas conocidas. Así si la estimación arroja resultados demasiado lejanos de lo esperado es posible efectuar ajustes al proporcionamiento de concreto con mayor oportunidad que si se tuviera que esperar al ensayo de los 28 días.

b) Determinar la edad en que el concreto alcanza cierta dureza con el fin de retirar la cimbra o ponerlo en servicio, en este caso conviene que las condiciones de curado representen las mismas que se llevarán en la obra.

En ocasiones se realizan pruebas a mayor edad de los 28 días con el propósito de evaluar los efectos que presentan los especímenes al uso de adicionantes, comprobar si el concreto se comporta de la manera estimada por las cargas particulares de servicio de la estructura, etc.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN
EN CILINDROS DE CONCRETO

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 FECHA: 23 AGOSTO 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	P (CARGA)	P (CARGA)	P (CARGA PROMEDIO.)	UNIDADES
COMPRESIÓN DE CILINDROS A LOS:				
7 DÍAS	17370	17240	17290	Kgs.
14 DÍAS	21860	22980	22420	Kgs.
28 DÍAS	28630	27650	28140	Kgs.

CÁLCULOS:

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LOS :

$$7 \text{ DÍAS} = \sigma = \frac{P}{A} = \frac{17290}{176.71} = 97.84 \text{ Kg/cm}^2$$

$$14 \text{ DÍAS} = \sigma = \frac{P}{A} = \frac{22420}{176.71} = 126.87 \text{ Kg/cm}^2$$

$$28 \text{ DÍAS} = \sigma = \frac{P}{A} = \frac{28140}{176.71} = 159.24 \text{ Kg/cm}^2$$

PRUEBA BRASILEÑA DE TENSIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO

INTRODUCCIÓN:

Resulta difícil encontrar una manera sencilla y reproducible de determinar la resistencia a tensión uniaxial del concreto, siendo un material frágil bajo esta condición, es necesario que la sección transversal del espécimen varíe gradualmente para evitar fallas prematuras y concentraciones de esfuerzos.

Para concreto en tensión axial tanto las resistencias como las deformaciones correspondientes son aproximadamente del orden de una décima parte de los valores respectivos en compresión axial. Sin embargo la relación no es lineal para toda la escala de resistencias.

En 1948 Lobo Carneiro en Brasil, y casi simultáneamente Akazawa en Japón, idearon un procedimiento de ensaye indirecto en tensión que se conoce como la prueba brasileña. Consiste en someter un cilindro a compresión lineal diametral. La resistencia a tensión se calcula con la siguiente expresión:

$$f \text{ máx} = \frac{2 P}{\pi d L}$$

donde

- P = carga máxima
- d = diámetro del espécimen
- L = longitud del espécimen

Lo que se pretende es tener una medida de la resistencia del concreto a tensión por medio de un ensaye fácil y reproducible por muchos observadores. Esto se logra satisfactoriamente con el ensaye brasileño.

OBJETIVO:

Que el alumno pueda obtener el valor de la resistencia a tensión mediante la prueba brasileña.

MATERIAL:

- Espécimen cilíndrico de concreto endurecido.
- Tiras de carga de 3 mm. de espesor, 25 mm. de ancho y una longitud igual o ligeramente mayor a la longitud de los cilindros.

EQUIPO:

- Máquina universal.
- Calibrador Vernier.
- Longímetro.

DESARROLLO:

- 1.- Se dibuja una línea diametral a cada extremo del espécimen.
- 2.- Medir el diámetro del espécimen con una precisión de 1 mm. ayudándose para esto con el Vernier.
- 3.- Colocar el espécimen en la máquina universal de forma que quede centrado y con la línea diametral en posición vertical, así mismo las tiras de carga se colocan longitudinalmente en los extremos superior e inferior del espécimen.
- 4.- Aplicar la carga en forma continua, sin impacto, a una velocidad constante de tal manera que se logren esfuerzos de tensión por compresión diametral de 5 a 15 kg/cm² por minuto, hasta la falla del espécimen.
- 5.- Se registra la carga máxima aplicada al momento de la falla, calculando la resistencia a la tensión por compresión diametral con la ecuación mencionada en la introducción.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Las tiras utilizadas pueden ser de madera triplay, corcho, neopreno, etc.

Los cilindros se ensayarán a los 28 días, pues solo interesa el dato con la resistencia máxima

Asegurar que las líneas estén verticales en el mismo plano diametral.

CONCLUSIONES:

El conocimiento de la resistencia a tensión del concreto es importante para el diseño en tensión diagonal y para otros tipos de comportamiento donde la tensión es el fenómeno predominante tal es el caso de pavimentos rígidos.

La prueba de cilindros por compresión diametral aún no alcanza la categoría de ensaye rutinario, por lo que solo se aplica en casos especiales donde haya que determinar la tensión del concreto. Su ventaja principal consiste en que utiliza el mismo tipo de especímenes de la prueba de compresión.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

**LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN**

**RESISTENCIA A TENSION
EN EL CONCRETO**

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ

CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ

FECHA: 23 AGOSTO 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	P (CARGA)	UNIDADES
RESISTENCIA A LA TENSION (PRUEBA BRASILEÑA)		
CILINDRO 1	16340	KG.
CILINDRO 2	16080	KG.
PROMEDIO	16210	KG

CÁLCULOS:

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA TENSION:

$$f_{\text{máx}} = \frac{2 P}{\pi d L} = \frac{2 (2610)}{3.1416 (15) (30)} = 22.93 \text{ Kg/cm}^2$$

ANEXO FOTOGRAFICO 3



FOTOGRAFIA 19
ELABORACIÓN DE UNA MEZCLA DE CONCRETO
CON LA DOSIFICACIÓN OBTENIDA



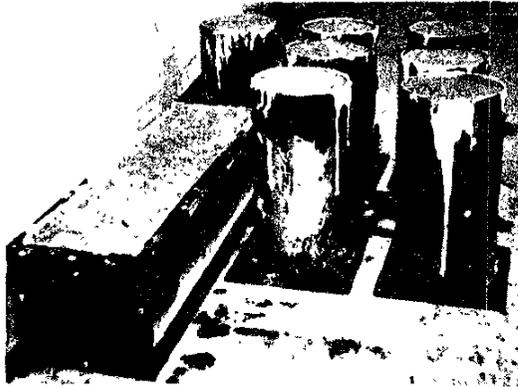
FOTOGRAFIA 20
LLENADO DEL CONO DE REVENIMIENTO
EN TRES CAPAS Y VARILLADO CON 25
GOLPES CONCENTRICOS



FOTOGRAFIA 21
MEDICIÓN DEL REVENIMIENTO DE LA
MEZCLA DE CONCRETO



FOTOGRAFIA 22
LLENADO DE LOS CILINDROS DE CONCRETO Y ENRAZAMIENTO



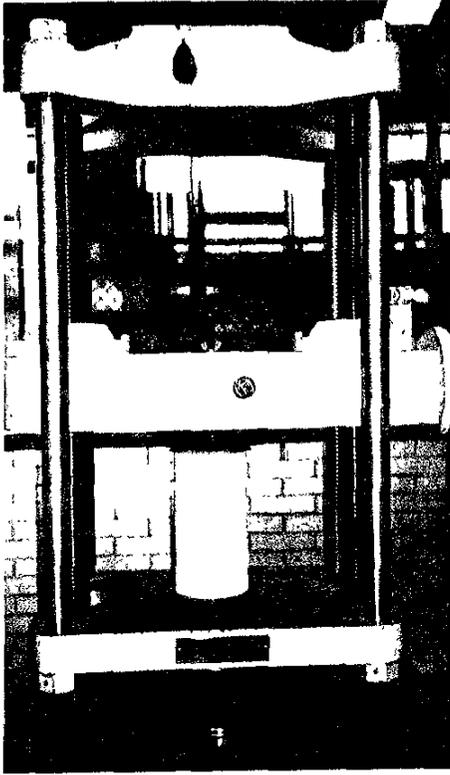
FOTOGRAFIA 23
CILINDROS LLENOS ANTES DE DESCIMBRARLOS,
DESPUÉS SE LLEVARAN AL CUARTO DE CURADO



FOTOGRAFIA 24
PREPARACIÓN DE LOS CILINDROS PARA EL CABECEO.



FOTOGRAFIA 25
CABECEO DE LOS CILINDROS
Y LISTOS PARA SU ENSAYE



FOTOGRAFÍA 26
ENSAYE DE LOS CILINDROS A COMPRESIÓN
SIMPLE CON AYUDA DE LA
MÁQUINA UNIVERSAL.



FOTOGRAFÍA 27
PRUEBA BRASILEÑA PARA DETERMINAR
LA TENSIÓN EN CONCRETOS
EN FORMA INDIRECTA

U. N. A. M. CAMPUS ARAGÓN

CAPITULO IV

ENSAYES EN ELEMENTOS METÁLICOS

RESISTENCIA A LA TENSION Y EFECTOS DE LA TEMPERATURA EN UN ELEMENTO DE ACERO

INTRODUCCIÓN:

El acero es un producto derivado del hierro relativamente puro combinado con carbono y cantidades minimas de magnesio, fósforo, azufre, silicio, etc., puede ser por procesos en frío y procesos en caliente. Los primeros no tienen su límite de fluencia definido, en tanto que los laminados en caliente sí.

Como casi todas las construcciones requieren del uso de este material, se obliga su estudio. Por esta razón repasaremos algunas de sus características o propiedades.

Al someter una pieza de acero estructural a una fuerza de tensión, ésta comenzará a alargarse. Si se aumenta la fuerza de tensión en forma constante, el alargamiento se verá incrementado en forma constante también, pero entre ciertos límites.

La curva esfuerzo-deformación, es una curva típica de cualquier acero dúctil de grado estructural y se supone igual para miembros tanto en tensión, como en compresión. Esta forma del diagrama varía con la velocidad de carga, el tipo de acero y la temperatura. De este diagrama tenemos lo siguiente:

El esfuerzo está determinado por:
$$\sigma = \frac{P}{A}$$

La deformación unitaria está dada por:
$$\epsilon = \Delta L/L$$

El límite elástico de proporcionalidad es el punto más alto sobre la porción de línea recta y determina el mayor esfuerzo para el cual se aplica la ley de Hooke.

El límite de fluencia es el punto donde el acero cambia del estado elástico al estado plástico, es decir, el punto donde el acero empieza a fluir.

Una propiedad muy importante de una estructura que no haya sido cargada más allá del punto de fluencia, solo se logra recuperar parte de la dimensión original. Si después de que la carga se ha retirado, no recobra sus dimensiones originales, es porque se ha sometido a un esfuerzo mayor que el de su punto de fluencia.

El diagrama de esfuerzo-deformación, puede tener ciertas variaciones en el punto de fluencia:

El límite superior de fluencia cuando se aplica la carga al acero de forma rápida se tiene este punto como resultado.

El límite inferior de fluencia cuando la carga se aplica lentamente se tiene este límite como consecuencia.

El esfuerzo máximo es el esfuerzo correspondiente a la resistencia final antes de su ruptura.

Fluencia elástica es la etapa en la cual la deformación es elástica, es decir, que el acero puede regresar a su estado original cuando se retira la carga.

Fluencia plástica es la etapa en la que ocurre una deformación plástica, sin incremento en el esfuerzo y tiene lugar después del punto del límite de fluencia.

En esta etapa tenemos:

flujo plástico restringido

flujo plástico no restringido

Zona de endurecimiento por deformación es la etapa en la cual es necesario un esfuerzo adicional para producir una deformación mayor, también se le llama zona de acritud.

Etapa de estrangulamiento y fractura en esta zona del diagrama de esfuerzo- deformación , se observa que desde el esfuerzo que corresponde a la resistencia final, la curva desciende antes de la ruptura y ocurre una aguda

reducción en la sección transversal del elemento (estrangulamiento) hasta llegar a la falla.

Como se ha visto el acero es un material de consistencia altamente dúctil, capaz de deformarse en alto grado antes de la falla, pero a mayor resistencia disminuye esta propiedad.

Los aceros en general, muestran otras características importantes, dentro de ellas tenemos:

- 1.- La resistencia al esfuerzo cortante es alrededor del 75 % de la resistencia a tensión
- 2.- El módulo de elasticidad del acero es $2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- 3.- El módulo de Poisson, que relaciona la deformación transversal con la deformación longitudinal, varía entre 0.25 y 0.33
- 4.- El peso volumétrico del acero es de $7,800 \text{ kg/cm}^3$
- 5.- Su coeficiente de dilatación térmica es de $0.00001 \text{ m/}^\circ\text{C}$
- 6.- El acero que se utiliza como refuerzo del concreto tiene un límite de fluencia entre 2,300 y 4,200 kg/cm^2 para varilla corrugada laminada en frío y de entre 4,000 a 6,000 kg/cm^2 para varilla corrugada en caliente.

DILATACIÓN (EFECTO DE LA TEMPERATURA)

Los materiales y estructuras suelen estar sometidos a influencias ambientales, que distan mucho de ser las condiciones inertes ideales. Pueden encontrarse con temperaturas bajas o elevadas, lo cual llega a afectar las propiedades mecánicas de los materiales, al grado de no cumplir con los requisitos de servicio.

Los efectos térmicos, es decir, las variaciones de la temperatura, a menudo se clasifican por dos tipos:

Temperaturas elevadas. Son los efectos que se llevan a cabo por temperaturas superiores a las del ambiente.

Temperaturas Bajas. Son aquellos efectos que tienen lugar a temperaturas inferiores a la del ambiente.

A veces resulta muy relativo, debido a que las temperaturas críticas de un material se encuentran en rangos muy amplios. El límite superior es el punto de fusión para las cerámicas o los metales; o los puntos de fusión o desintegración para los polímeros y las maderas.

Otras temperaturas críticas incluyen la de cristalización de los metales, reblandecimiento y fluencia de los termoplástico, transición de dúctil a quebradizo del vidrio, etc.

El efecto inmediato de los cambios de temperatura sobre los materiales, se refleja en sus propiedades mecánicas, tales como resistencia a la cedencia, fluencia viscosa y resistencia final. En la mayoría de los materiales, con los aumentos de temperaturas, se da una tendencia descendente en la resistencia a la cedencia y resistencia final. El comportamiento a bajas temperaturas, por lo general se define sobre la base de la transición del comportamiento de dúctil a quebradizo.

En la tabla siguiente se muestran coeficientes de dilatación lineal para diferentes materiales.

Tabla 9 Coeficientes de dilatación.

MATERIAL	COEFICIENTE DE DILATACIÓN ($1 / ^\circ\text{C}$)
Aluminio	23×10^{-6}
Cobre	17×10^{-6}
Cinc	26×10^{-6}
Vidrio común	9×10^{-6}
Plomo	29×10^{-6}
Acero	11×10^{-6}
Diamante	0.9×10^{-6}

Es necesario que el diseñador y constructor de estructuras metálicas considere las variaciones de temperatura ambientales a las cuales puede estar expuesto el acero, ya que como cualquier material, puede sufrir alteraciones en su volumen, ocasionando problemas en las zonas de apoyos, fijación, remaches, anclajes, etc

OBJETIVO:

Que el alumno pueda verificar el límite de fluencia de una varilla corrugada mediante una prueba de tensión y analice la dilatación al aplicar un aumento de temperatura.

MATERIAL:

- Varilla corrugada de 50 cm. de largo y 1/2" de diámetro.
- Varilla corrugada de 9 cm de largo y 3/8" de diámetro.

EQUIPO:

TENSIÓN:

- Máquina universal.
- Flexómetro.
- Arco con segueta.

TEMPERATURA

- Vernier.
- Horno o Mufla.
- Guantes de asbesto.
- Regla metálica o flexómetro.
- Termómetro de 400 °C.

DESARROLLO:

TENSIÓN

- 1.- Cortar la varilla en las dimensiones especificadas.
- 2.- Con la segueta hacer dos marcas en los extremos de la varilla, una en cada uno a 10 cm., y a la mitad hacer una incisión alrededor de la misma para inducir el lugar de falla.
- 3.- Colocar la varilla en la máquina universal, para aplicar la carga axial de tensión.
- 4.- Iniciar la prueba no sin antes verificar la distancia que hay entre las mordazas para conocer, al final, el alargamiento sufrido por la varilla.

5.- Verificar el límite de fluencia, que es cuando no se observa deformación proporcional al aumento de carga.

6.- El esfuerzo de fluencia se calcula dividiendo la carga aplicada entre la sección de la varilla.

7.- Continuar la prueba hasta que la varilla falle, para obtener la carga máxima y determinar el esfuerzo máximo o esfuerzo de falla, así como el alargamiento final.

8.- Una vez que se obtuvo el alargamiento total de la varilla se comprueba la deformación unitaria ($\epsilon = \Delta L / L$).

TEMPERATURA

1.- Cortar la solera en las dimensiones especificadas y checar con el Vernier las propias del material y registrar los datos.

2.- Verificar la temperatura del elemento, registrar el dato, ésta será la temperatura inicial

3.- Introducir la solera al horno a una temperatura de 350°C por espacio de 30 minutos.

4.- Calcular el incremento de longitud que sufrirá, con la fórmula:

$$\Delta L = (L_i \times \Delta T) \alpha$$

donde:

ΔL = Incremento de longitud (cm.).

L_i = Longitud inicial (cm.).

ΔT = Incremento de temperatura (°C).

α = Coeficiente de dilatación (0.000011 / °C)

5.- Sacar la muestra de acero del horno y con mucho cuidado, con el uso de los guantes, medir las dimensiones de la misma tratando de ser lo más preciso posible.

6.- Calcular el incremento de longitud con la expresión antes mencionada.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

-- La incisión practicada al centro de la varilla no debe pasar de un milímetro de profundidad.

-- Al colocar la varilla en la máquina de pruebas se debe tener cuidado de que las marcas hechas con la segueta queden en los bordes de las mordazas para asegurar una distancia en la cual sea fácil la lectura del alargamiento.

-- En la prueba de dilatación del material hacer las mediciones con cuidado, en ocasiones se recomienda hacer varias lecturas por diferentes personas y sacar un promedio de estas.

-- Tener cuidado de hacer la práctica con el equipo adecuado y lo más rápido posible para evitar que la muestra se contraiga.

CONCLUSIONES:

La propiedad que más parece importar para fines estructurales o de construcción, es el límite de fluencia, ya que con el conocimiento de este punto podremos calcular la cantidad de acero adecuada que se utilizará en la elaboración de elementos que se encontraran sujetas a cargas constantes además de garantizar que la estructura diseñada trabajará en las condiciones óptimas y sin riesgo de colapso o en el caso de llegar a ser requeridas en su forma de trabajo éstas recuperaran su capacidad de carga así como su estado inicial al tomar en cuenta que las cargas aplicadas no llegarán a este punto y menos lo rebasarán.

Debido al coeficiente tan pequeño, al grado de temperatura necesario para deformarlo y al confinamiento en que la mayoría de los casos se encuentra el acero se puede concluir que es un elemento esencial para la construcción solo que se debe tener en cuenta su costo y por ende diseñar las estructuras, que necesiten de este elemento, con las cantidades mínimas sin dejar de ser las necesarias para no afectar las resistencias con las que fueron proyectadas.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LABORATORIO DE
 RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN

RESISTENCIA A TENSIÓN Y EFECTO
 DE LA TEMPERATURA EN EL ACERO

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 FECHA: 23 OCTUBRE 1997

DATOS:

DESCRIPCION	P (CARGA)	UNIDADES
VARILLA DE 1/2"		
LIMITE DE FLUENCIA	3750	KG
RESISTENCIA ULTIMA	4925	KG
ALARGAMIENTO		
LECTURA INICIAL	9.03	CM
LECTURA FINAL	9.1	CM

CÁLCULOS:

ÁREA DE LA VARILLA:

DIÁMETRO = $1/2" \times 2.54 = 1.27 \text{ cm}$

$$\text{ÁREA} = \frac{\pi(D)^2}{4} = \frac{\pi(1.27)^2}{4} = 1.27 \text{ cm}^2$$

CÁLCULO DEL LIMITE DE FLUENCIA:

$$L F = \frac{3750}{1.27} = 2952.76 \text{ KG/CM}^2$$

CÁLCULO DEL LIMITE DE RUPTURA

$$L R = \frac{10225}{1.27} = 8051.18 \text{ KG/CM}^2$$

CÁLCULO DE LA DEFORMACIÓN UNITARIA

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{49}{44} = 1.11$$

CÁLCULO DEL INCREMENTO DE LONGITUD

$$\Delta L = (L_i \times \Delta T) \alpha = 9.03(102-22)0.000011 = 0.0079$$

CORROSIÓN EN EL ACERO

INTRODUCCIÓN:

La corrosión es la destrucción de un metal por una reacción química o electroquímica hacia su medio ambiente.

Se entiende este fenómeno característico de los metales, como una reacción química que se asocia con la libertad de sus valencias de electrones, la cual produce el enlace metálico que les da más utilidad porque permite la conductividad eléctrica.

Como los electrones están enlazados muy débilmente con sus átomos, estos electrones del metal se eliminan con facilidad en las reacciones químicas. En presencia de materiales no metálicos, como oxígeno, azufre o cloro, con sus cuerpos incompletos de valencia, hay la tendencia que los metales formen un compuesto y corroan el elemento.

Existen varios tipos de corrosión que se aceleran por la presencia de alguna acción mecánica.

Corrosión por esfuerzo, incluye el ataque localizado en superficies trabajadas en frío, tales como dobleces agudos y agujeros punzonados; bandas de deslizamiento (líneas microscópicas de falla incipiente).

Corrosión húmeda, ocurre por mecanismos de naturaleza esencialmente electroquímica, este proceso requiere que el líquido que está en contacto con el material metálico sea un electrolito; además debe existir una diferencia en potencial, ya sea entre dos metales desiguales o entre diferentes áreas de la superficie de un metal.

Corrosión galvánica, ocurre cuando dos metales desiguales están en contacto eléctrico entre sí y expuestos a un electrolito.

Corrosión por un gas, es cuando en la reacción participa un gas con la superficie del metal para formar productos de corrosión tales como óxidos o sales.

Otras formas de corrosión comprenden la corrosión por rozadura, debida a un desgaste mecánico, en una atmósfera corrosiva. Los daños por cavitación que sirven para acelerar la corrosión por la aspereza formada en la superficie de un elemento cualquiera de acero. Corrosión subterránea ocasionada por la acidez del subsuelo y que actúa en elementos que se encuentran en contacto con el. La corrosión microbiológica que se debe a la acción metabólica de diversos microorganismos que atacan el acero. Y la corrosión selectiva que conduce al deterioro de algunas de las aleaciones del metal.

OBJETIVO:

Observar el efecto de la corrosión en un elemento de acero estructural y comparar con el caso de otro elemento con protección.

MATERIAL:

- Dos varillas corrugadas de 3/4" de diámetro y 30 cm. de largo.
- 500 ml. de ácido clorhídrico.
- Cubeta, con agua a la mitad de su capacidad.
- Grasa.
- 125 ml. de primario anticorrosivo.

EQUIPO:

- Cepillo de alambre.
- Brocha.
- Cubeta de lámina de 20 litros de capacidad.
- Guantes de hule de uso industrial.
- Probeta.

DESARROLLO:

1.- Limpiar perfectamente los especímenes de acero con el cepillo de modo que este quede libre de partículas y se pueda observar los cambios en el.

2.- A uno de los especímenes se le recubre con el primario anticorrosivo, y se deja secar por espacio de 4 horas.

3.- A este mismo se le da una segunda mano con el primario anticorrosivo y se deja secar al medio ambiente por 4 horas más.

4.- Preparar una solución de $\frac{1}{2}$ litro de ácido clorhídrico en media cubeta de agua.

5.- Al acero con el primario anticorrosivo se le aplica una capa delgada de grasa.

6.- Sumergir las dos piezas en la solución contenida en la cubeta por espacio de una hora.

7.- Pasado este tiempo se sacan las dos piezas y se dejan expuestas al medio ambiente por 24 horas.

8.- Repetir los pasos 6 y 7 por cinco ciclos más y observar los efectos de la corrosión. Se comparan cualitativamente la pieza con recubrimiento y la que no lo tiene.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

-- Es necesario que se tomen en cuenta las medidas de seguridad pertinentes para evitar accidentes al elaborar cualquier práctica y más en los casos donde se empleen sustancias peligrosas, así como utilizar el equipo adecuado en la realización de cada una de las pruebas

CONCLUSIONES:

La selección adecuada de los materiales y un buen proyecto de ingeniería, son los mejores medios para controlar y evitar la corrosión por ejemplo se debe evitar el uso de metales desiguales en contacto, en los cuales pueda ocurrir corrosión galvánica. Pueden utilizarse aleaciones para mejorar la resistencia.

Una protección catódica contra la corrosión, invierte las corrientes y hace que el metal al cual se aplica sea catódico. El procedimiento para esta protección consiste en introducir un nuevo ánodo en el sistema, cuyo potencial contrarreste el potencial del ánodo original más la resistencia de los elementos eléctricos. De

esta manera la corrosión se concentra en el nuevo ánodo, el cual se puede reemplazar a intervalos periódicos.

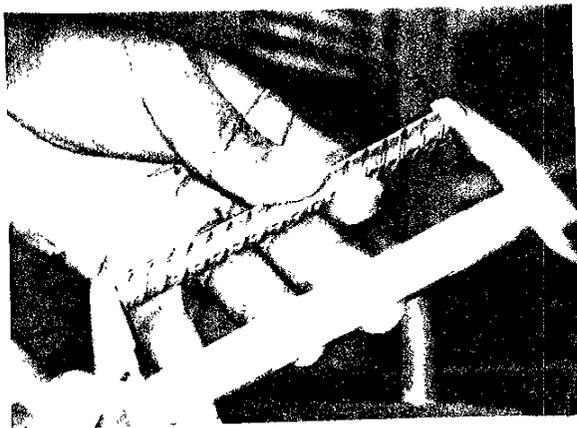
La aplicación de recubrimientos protectores es una medida de prevención y gran control de la corrosión. Con frecuencia se emplean tres tipos de recubrimiento:

Protección mecánico. Separa el electrodo del electrolito, con pinturas, grasa, esmalte a fuego, etc.

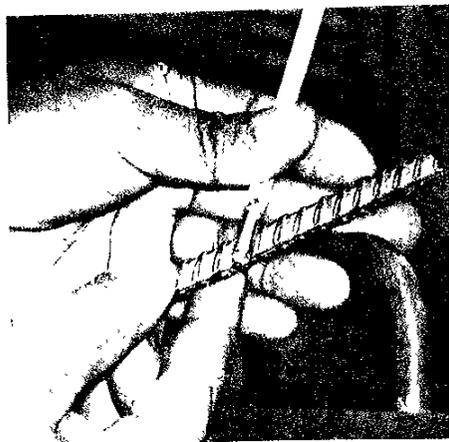
Protección galvánica. Es anódica con el metal base y se aplica como recubrimiento de cinc o galvanizado en el hierro.

Pasivadores. Las cuales desplazan el metal base hacia el lado catódico de la serie electromotriz.

En la construcción, el método generalmente utilizado es el de hacer un recubrimiento con pintura a los elementos estructurales, por ser fácilmente aplicable y económica.



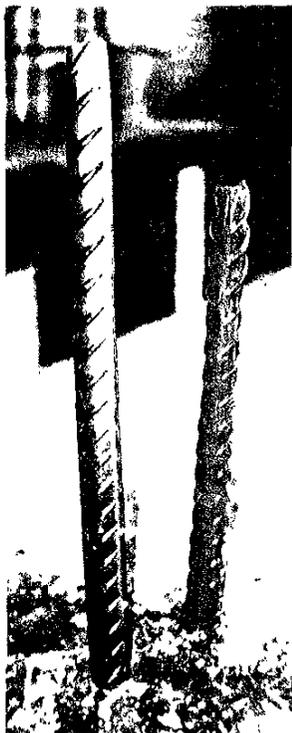
FOTOGRAFÍA 30
MEDICIÓN DE LA LONGITUD DEL ESPECIMEN ANTES DE METERLO AL HORNO.



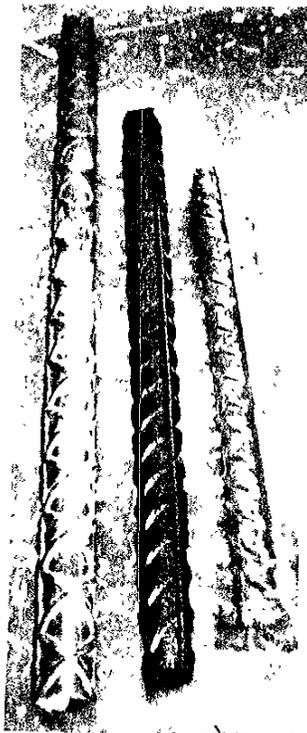
FOTOGRAFÍA 31
LECTURA DE LA TEMPERATURA QUE PRESENTA LA VARILLA
ANTES DE SOMETERLA AL ENSAYE



FOTOGRAFÍA 32
HORNO O MUFLA CON EL QUE SE AUMENTARA LA TEMPERATURA A 350° C POR ESPACIO
DE 30 MINUTOS A LA VARILLA.



FOTOGRAFÍA 33
EN ESTA FOTOGRAFÍA PODEMOS OBSERVAR
LOS ESPÉCIMENES ANTES DE INTRODUCIRLOS
EN LA SOLUCIÓN CLORHÍDRICA



FOTOGRAFÍA 34
FOTOGRAFÍA EN LA QUE SE MUESTRAN
LOS ESPÉCIMENES, A LA IZQUIERDA
TENEMOS EL SUJETO TESTIGO,
EN MEDIO EL QUE SE SOMETIÓ
A LOS EFECTOS DE LA SOLUCIÓN EN
CONDICIONES NORMALES Y A LA DERECHA
EL SUJETO QUE PREVIAMENTE SE CUBRIÓ
CON ANTICORROSIVO

U. N. A. M. CAMPUS ARAGÓN

CAPITULO V

ENSAYES EN BLOQUES Y LADRILLOS

PRUEBA DE ABSORCIÓN Y COMPRESIÓN EN BLOQUES Y LADRILLOS

INTRODUCCIÓN:

Los tabiques son materiales de construcción de forma prismática rectangular, sólidos o con huecos, que se fabrican con cemento y agregados apropiados, tales como arena, grava, roca triturada, piedra pómez, tezontle, arcillas expandidas, etc.

Generalmente se emplean como elementos estructurales, arquitectónicos o relleno. Los tipos de tabiques para diversos usos se detallan a continuación:

- a) Tabiques huecos de baja absorción. Se utilizan en interiores y exteriores sin necesidad de recubrimiento en ningún caso y pueden también emplearse en muros de relleno o de carga.
- b) Tabiques huecos de absorción media. Se utilizan para muros interiores y exteriores siempre que lleven recubrimiento y se emplean también para muros de relleno o de carga.
- c) Tabiques sólidos de baja absorción. Se utilizan en muros de carga o de relleno, con un recubrimiento cuando sean en exteriores o sin necesidad de él, cuando se usan en interiores.
- d) Tabiques sólidos de absorción media. Se utilizan igualmente en muros de relleno o de carga ya sea en interiores o exteriores, y en cualquier caso siempre deberán llevar un recubrimiento protector.
- e) Tabiques sólidos de alta absorción. Definitivamente no son recomendables para exteriores, se utilizan en muros de relleno o de carga, en interiores y con recubrimiento.

La determinación de las características físicas de este tipo de material, se realiza mediante pruebas de laboratorio, en las cuales tanto el constructor como el

fabricante, deben apoyarse para cubrir las necesidades de la obra. Los índices recomendables de resistencia a compresión y absorción, en tabiques de concreto dentro de los tipos mencionados entre: ancho 6 a 20 cm., peralte hasta 15 cm. y largo hasta de 30 cm.

Tabla 10 Índices de resistencia a compresión y absorción en tabiques de concreto.

TIPO	RESISTENCIA MÍNIMA DE RUPTURA A COMPRESIÓN SOBRE EL ÁREA BRUTA (KG /CM2)		ABSORCIÓN MÁXIMA EN 24 HRS DENTRO DE AGUA FRÍA (KG/M ³)
	PROMEDIO DE 5 PZAS	PIEZA INDIVIDUAL	
A	100	80	240
B	70	56	290
C	175	140	140
D	100	80	290
E	50	40	---

LADRILLOS Y BLOQUES DE CONCRETO

Con el cemento se puede fabricar toda clase de elementos constructivos, generalmente se emplea el cemento portland y agregados, cuyas características varían según la densidad, dureza, resistencia, etc., requeridos.

Los ladrillos y bloques de concreto se conocen como prefabricados, dependiendo del fabricante y las características que poseen, se les llama tabiques, tabicones, bloques, bloquines, adoquines, bovedillas y ladrillos. En México, los términos generalizados son: block para el elemento que posee huecos y tabicón para aquel que es sólido, empleándose el de ladrillo para la cerámica de barro recocido.

Se pueden utilizar morteros y concretos fluidos para colar los prefabricados, o mezclas secas para comprimirlos a mano o con maquinaria como prensas hidráulicas, o por medio de vibración y con pasta seca con la cual se obtienen los mas compactos e impermeables. Los moldes empleados son

generalmente metálicos, dándoles forma y dimensiones al elemento, de ahí que se tengan infinidad de apariencias y tamaños

Para conocer las características relevantes de los bloques tomaremos dos tipos comunes. denominados de 8 pulgadas y de 6 pulgadas, medidas que nos determinan el ancho del muro resultante.

BLOCK DE 6"

(15 cm. ancho x 20 cm. de peralte x 40 cm. de largo, dos huecos)	
peso por pieza-----	12.2 kg.
número de piezas por metro cuadrado-----	12.5 pza.
peso por metro colocado-----	165.0 kg
resistencia a la compresión-----	40 kg/cm ²
resistencia a la compresión por pieza-----	23.4 ton.
mortero para colocación-----	0.015m ³ /pza.

BLOCK DE 8"

(20 cm. ancho x 20 cm. de peralte x 40 cm. de largo, dos huecos)	
peso por pieza-----	16.2 kg.
número de piezas por metro cuadrado-----	12.5 pza.
peso por metro colocado-----	240.0 kg
resistencia a la compresión-----	42 kg/cm ²
resistencia a la compresión por pieza-----	33.6 ton.
mortero para colocación-----	0.020m ³ /pza

En la tabla siguiente observamos las medidas y peso de block comercial, que predomina en el mercado de nuestro país.

Tabla II Block Comercial

ANCHO DE MURO (CM.)	MEDIDAS (CM.)			NÚMERO DE HUECOS	PESO (KG.)
	ANCHO	PERALTE	LARGO		
30	30	20	40	2	21.0
	30	20	40	1	11.0
25	25	20	40	2	18.0
	25	20	20	1	10.0
20	20	20	40	3	17.0
	20	20	40	3	16.0
	20	20	30	2	11.0
	20	20	20	1	8.0
	20	20	15	1	6.0
	20	20	10	1	5.0
15	15	20	40	3	13.0
	15	20	40	2	12.0
	15	20	30	1	8.5
	15	20	20	1	6.5
	15	20	8	-	3.3
10	10	20	40	3	10.5
	10	20	20	2	5.0
	10	20	10	1	3.0

CERÁMICAS PROCEDENTES DE ARCILLAS

Dentro de las piedras artificiales que se emplean en la industria de la construcción, los productos cerámicos ocupan un lugar importante, sobre todo por los volúmenes de material que se producen.

Para obtenerlos es necesaria la cocción de arcillas naturales como son las micáceas y caoliniticas, a las cuales se añaden frecuentemente sustancias: desengrasantes (arena cuarzosa, cuarcita, bauxita, alumina, etc.) y fundentes (serrín, alquitrán, grafito, etc.) además de colorantes.

Cualquier producto cerámico requiere de un proceso de fabricación, en el cual se tienen varias etapas: extracción de la arcilla, amasado, moldeo, secado, cocción, en el caso de productos especiales vidriado y esmaltado.

Entre los materiales cerámicos se pueden encontrar infinidad de formas, tamaños y usos. Los comunes y generalmente empleados son ladrillos, tabiques, bloques, fachaletas, celosías, pisos y techos.

Ladrillos, tabiques y bloques.

Por tradición en nuestro país se le llama ladrillo a las piezas de barro recocido macizas de 2 x 14 x 28 cm. y tabiques a los de 7 x 14 x 28 cm. En la actualidad se encuentran ladrillos de otras muchas dimensiones con huecos, al igual que tabiques y bloques de cerámica de arcilla recocida. Por sus características podemos clasificarlos en:

Tabiques y ladrillos de barro común. Son los que se obtienen por medio de un proceso rudimentario de fabricación, en los cuales no se tiene una cocción uniforme y da lugar a diferencia en las piezas, generalmente son macizos, presentan de un 15 a un 20 % de absorción y resistencia a la compresión entre 20 y 100 kg/cm²; entre ellos tenemos tres tipos:

- a) Tiernos - Son el resultado de mezclas con exceso de arena o con falta de cocción, suelen ser de color anaranjado
- b) Recochos.- Son generalmente de color amoratado y algo deformes se obtienen cuando la cocción es excesiva.
- c) Recocidos - Su cocción, textura y color rojo son uniformes, no presentan deformidades generalizadas.

Tabiques y ladrillos de barro comprimido. Se fabrican mecánicamente mediante prensas; son de colores firmes y de gran resistencia mecánica. Ayudan a abatir los costos de conservación en edificaciones con uso aparente y muros en los cuales se utilizan, presentan características aislantes, térmicas y acústicas. Entre este grupo se tienen tres tipos:

a) Huevo Vertical.- Presenta resistencia a la compresión que llega a ser de hasta 150 kg/ cm² . Sus perforaciones permiten alojar en su interior castillos armados, ductos de instalaciones eléctricas, hidráulicas, de gas, etc.

b) Huevo Horizontal.- Es aquel cuya resistencia puede ser hasta de 70 kg/ cm². Los huecos horizontales pueden ser en el sentido longitudinal o en el sentido transversal. Su ventaja es la de tener un volumen igual al del macizo, pero proporciona ligereza al muro.

c) Perforado - Se denomina así a la pieza que contiene perforaciones o taladros en sentido vertical, en un volumen superior al 10%, tiene las mismas ventajas que los huecos, pero sus resistencias son elevadas y el número de perforaciones es todavía mayor.

d) Este tabique llega a alcanzar una resistencia de 170 kg/cm^2 a la compresión. Es de forma completamente regular, duro y homogéneo. Se puede cortar con facilidad, observándose una superficie ligeramente porosa y sin vetas.

Ladrillos y tabiques refractarios. Se producen con una cocción a 850° C de arcilla pura y refractaria, preparada con arcilla desengrasada, cemento de alfarero o arena muy fina. Su principal finalidad es la de resistir la acción del fuego, se utilizan en chimeneas, calderas, hornos, etc. Aunque soportan las altas temperaturas, tienen un coeficiente muy alto de desgaste por lo que no son recomendables en pisos o escaleras.

En las tablas siguientes se muestran especificaciones obtenidas de los principales fabricantes de estos materiales, como se observa se tiene gran diversidad, dentro de la cual se puede escoger el idóneo para una obra determinada.

Tabla 12 Especificaciones de Ladrillos de Cerámica

DENOMINACIÓN	DIMENSIONES (CM)	PESO		PIEZAS POR M^2	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (KG/CM^2)
		(KG/PZA)	(KG/CM^2)		
TABIQUE HUECO VERTICAL	6X10X20	1.2	6.8	150	81.6
BLOCK HUECO VERTICAL	10X10X20	2.0	43	140	86.0
TABIQUE HUECO VERTICAL	6X12X24	1.6	60	150	96.0
BLOCK HUECO VERTICAL	12X12X24	3.2	30	150	96.0
BLOCK HUECO HORIZONTAL	10X12X24	2.8	30	55	84.0
FACHALETA	1.5X6X24	0.4	68	80	27.2
FACHALETA	1.5X6X24	0.5	60	80	30.0
FACHALETA	1.8X10X20	0.6	43	80	25.8
FACHALETA	1.8X12X24	1.0	30	80	30.0

Los bloques o blocks al igual que los tabiques se clasifican en.

- 1 A, B) Bloques huecos de baja absorción.
- 2) Bloques huecos de absorción media.
- 3) Bloques de alta absorción.
- 4) Bloques sólidos de baja absorción.
- 5) Bloques sólidos de absorción media.
- 6) Bloques sólidos de alta absorción.

teniendo las mismas aplicaciones que los anteriores. En la tabla siguiente se muestran la resistencia a la compresión de bloques de cemento.

Tabla 13 Requisitos Físicos para Bloques de Concreto

TIPO	RESISTENCIA MÍNIMA DE RUPTURA A COMPRESIÓN SOBRE EL ÁREA BRUTA (KG/CM ²)		ABSORCIÓN MÁXIMA EN 24 HRS. DENTRO DE AGUA FRÍA (KG/M ³)
	PROMEDIO DE 5 PZAS	PIEZA INDIVIDUAL	
1A	70	56	220
1B	60	48	240
2	40	32	290
3	23	18	----
4	100	80	240
5	70	56	290
6	40	32	----

OBJETIVO 1:

Obtener el grado de absorción de un tabique de concreto para conocer su porosidad y clasificarlo.

MATERIAL.:

Tabiques de diferentes dimensiones y características de construcción.
Agua limpia en cantidad suficiente, (puede ser agua de lluvia o destilada).

EQUIPO:

- Balanza con capacidad de 2 kg. y aproximación de 0.5 g.
- Horno.
- Termómetro de 100° C.
- Franela húmeda.
- Cubetas (una por espécimen).

DESARROLLO:

1.- Meter en el horno los especímenes a una temperatura de 110 a 115° C, hasta obtener un peso constante.

2.- Ya fríos, se pesan y se registran los datos.

3.- Sumergir los ladrillos secos en agua limpia, cada uno en una cubeta, que deberá encontrarse a una temperatura entre 15.5 y 30° C, por 24 horas.

4.- Pasado este lapso de tiempo sacar uno de los especímenes y secarlo superficialmente con la franela, antes de 5 minutos, pesarlo, anotando el dato.

5.- Hacer lo mismo con cada uno de los especímenes de prueba.

6.- Calcular la absorción de cada espécimen con la fórmula:

$$\text{Porcentaje de absorción} = 100 \times \frac{(P_2 - P_1)}{P_1}$$

donde.

P_1 = Peso seco del espécimen (kg).

P_2 = Peso saturado del espécimen después de una inmersión de 24 horas en agua. (kg)

7.- El promedio de absorción de todos los especímenes, será la absorción del lote de material.

OBJETIVO 2:

Obtener la resistencia a la compresión o carga última que soporta un bloque para poder clasificarlo y verificar si cumple con las especificaciones.

MATERIAL:

- Cinco bloques.
- Mortero de azufre para cabeceo.

EQUIPO:

- Máquina universal de carga
- molde de cabeceo del bloque.

DESARROLLO:

1 - Escoger especímenes que tengan sus caras lo mas plano y paralelos posible.

2.- Rellenar las depresiones que lleguen a tener los bloques con pasta de cemento portland y se dejan fraguar por lo menos 24 horas.

3.- Después se cabecean los especímenes en sus dos caras mayores y se deberán dejar intactos por lo menos 16 horas antes de probarlos

4.- Ensayar los bloques aplicando la carga en dirección de su espesor y con una velocidad constante de 1.3 kg/min., además se deberá anotar la carga máxima para calcular la resistencia

5.- Calcular la resistencia a compresión de cada espécimen con la fórmula siguiente:

$$R = P / A$$

donde:

R -- resistencia a compresión en kg / cm²

P = carga máxima indicada por la máquina en kg.

A = promedio de las áreas de soporte superior e inferior del espécimen en cm².

6.- Obtener la resistencia a la compresión del lote de bloques con el promedio de resistencias individuales y compararlas con los datos de teoría.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Cuando los ladrillos se encuentren dentro del horno, checar continuamente su peso para evitar que se resequen.

Tanto en el cabeceo de los ladrillos como de los bloques tratar de que la superficie quede lo más lisa posible y a escuadra para que la carga se aplique en forma axial.

CONCLUSIONES

Como se ha mencionado el tabique o tabicón es similar a el block en su constitución, pero en forma varía, debido a que generalmente no tiene huecos, sus dimensiones son menores y no existe tanta variedad de tamaños, comúnmente se emplea en casas habitación. Sus características son las siguientes:

Tabicón Liviano	dimensiones 10 x 12 x 24 cm	peso 4.2 kg/pza.
Tabicón Pesado	dimensiones 10 x 12 x 24 cm	peso 7.0 kg/pza.

La verificación de la resistencia de los elementos a utilizar en una construcción es garantizar que la obra cumplirá con las especificaciones con las que fue diseñada. En nuestro país es común que los ladrillos se utilicen como muros de carga por lo que debemos checar que estos cumplan con estas mismas normas.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LABORATORIO DE
 RECURSOS DE LA CONSTRUCCION

ABSORCIÓN
 EN LADRILLOS Y BLOQUES

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 FECHA: 23 AGOSTO 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	PI SO SECO	DESCRIPCIÓN	PI SO HUMEDO
LADRILLO 1	3.45	LADRILLO 1	4.00
LADRILLO 2	3.70	LADRILLO 2	4.23
LADRILLO 3	3.65	LADRILLO 3	4.10
PROMEDIO	3.6	PROMEDIO	4.11
BLOQUE 1	10.25	BLOQUE 1	11.89
BLOQUE 2	10.15	BLOQUE 2	12.10
BLOQUE 3	10.30	BLOQUE 3	11.75
PROMEDIO	10.23	PROMEDIO	11.91

CÁLCULOS:

CÁLCULO DE LA ABSORCIÓN EN LADRILLOS :

$$W \% = 100 \times \frac{(P_2 - P_1)}{P_1} = 100 \times \frac{4.11 - 3.60}{3.60} = 14.17 \%$$

CÁLCULO DE LA ABSORCIÓN EN BLOQUES:

$$W \% = 100 \times \frac{(P_2 - P_1)}{P_1} = 100 \times \frac{11.91 - 10.23}{10.23} = 16.42 \%$$

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

**LABORATORIO DE
 RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN**

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN
 EN LADRILLOS Y BLOQUES**

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
FECHA: 23 AGOSTO 1997

DATOS:

DE-SCRIPCIÓN	P (CARGA)	UNIDADES
LADRILLO 1	12650	KG
LADRILLO 2	11840	KG
LADRILLO 3	12480	KG
PROMEDIO	12323	KG
BLOQUE 1	11240	KG
BLOQUE 2	10260	KG
BLOQUE 3	9870	KG
PROMEDIO	10457	KG

CÁLCULOS:

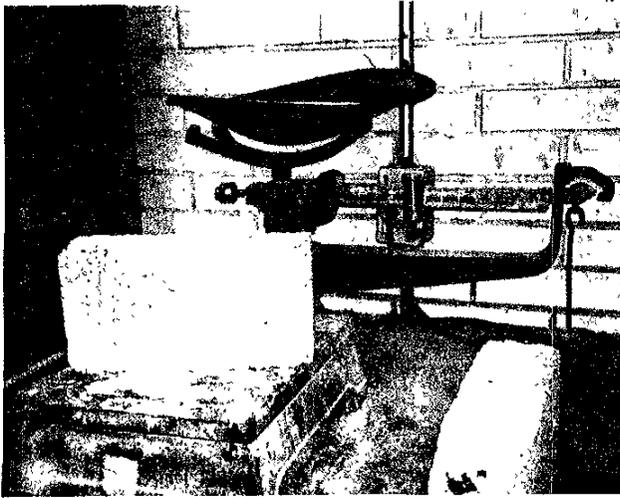
CÁLCULO DE LA RESISTENCIA EN LADRILLOS:

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{12323}{312} = 39,50 \text{ KG/CM}^2$$

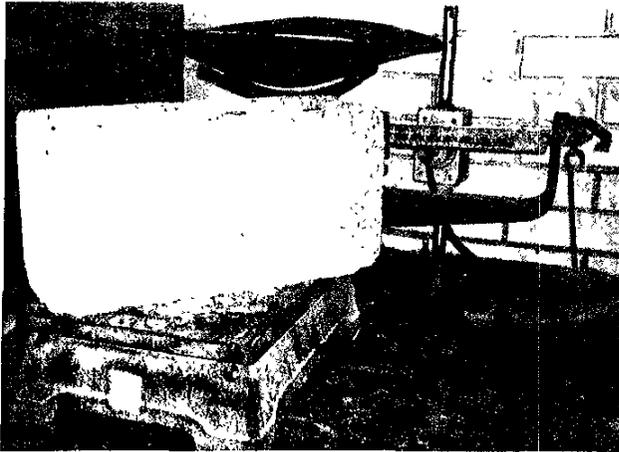
CÁLCULO DE LA RESISTENCIA EN BLOQUES:

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{10457}{300} = 34,86 \text{ KG/CM}^2$$

ANEXO FOTOGRAFICO 5



FOTOGRAFÍA 35
OBTENCIÓN DEL PESO DE LOS LADRILLOS A TEMPERATURA AMBIENTE



FOTOGRAFÍA 36
OBTENCIÓN DEL PESO DE LOS BLOQUES DE CONCRETO SECOS



FOTOGRAFÍA 37
INMERSIÓN DE LOS BLOQUES PARA OBTENER LA ABSORCIÓN



FOTOGRAFÍA 38
ENSAYE DE LOS ESPECÍMENES A COMPRESIÓN SIMPLE.

U. N. A. M. CAMPUS ARAGÓN

CAPITULO VI

ENSAYES EN ESPECÍMENES DE MADERA

FLEXIÓN EN VIGAS DE MADERA

INTRODUCCIÓN:

Los materiales orgánicos son un conjunto de elementos que se han venido utilizando en la antigüedad en construcción, entre ellos contamos con la madera, se utiliza tanto estructuralmente como para obra negra y en acabados.

La madera es un material natural formado por la parte sólida de los troncos de los árboles, que se halla debajo de la corteza y de manera general puede decirse que es elástico, liviano, aislante y fácil de trabajar.

La composición química de la madera es del 50% de carbono, el 6% de hidrógeno, 42% de oxígeno, 1% de nitrógeno y 1% de cenizas. La mitad de la madera esta formada por celulosa, una tercera parte de lignina rica en carbono, de carácter aromático, el resto por las hemicelulosas, materias tánicas, colorantes, resinas y albúminas.

ESTRUCTURA DE LA MADERA

El tronco del árbol crece por el desarrollo de capas concéntricas de células en el exterior de la madera y bajo la corteza. El ciclo anual de crecimiento, ocasionado por las variaciones estacionales en temperatura y humedad, produce los conocidos anillos y vetas de la madera.

La madera esta constituida por una aglomeración de células tubulares de forma y longitud muy variables. Al efectuar un corte transversal al tronco del árbol, se obtiene una sección que permite distinguir en su composición diferentes capas o zonas, las cuales son las siguientes:

a) La médula. Situada en el centro del tronco, tiene una forma más o menos cilíndrica y suele ser mas blanda que el resto de la madera que la circunda, de ella parten los llamados radios medulares hacia la corteza, también se le llama corazón.

b) El duramen. Compuesto principalmente de tejido leñoso, es de color mas oscuro que el resto, los anillos anuales de crecimiento forman en él círculos concéntricos. Es propiamente la parte del árbol empleada en construcción como madera.

c) La albura. Es la parte viva del árbol, una capa de color claro donde circula la savia bruta. Se trata de la madera mas joven que con el tiempo se convierte en duramen.

d) El cambium. O capa generatriz, está debajo de la corteza formada por células de paredes muy delgadas y es donde se engendra la madera.

e) El liber. Es la capa en donde circula la savia elaborada, capaz de transformarse en nuevas células y en donde se genera la corteza.

f) La corteza. Es la capa protectora de los tejidos del árbol y los aísla de agentes atmosféricos, se le llama también capa suberosa.

g) Los radios leñosos. Son láminas radiales muertas en el duramen y vivas en la albura. Estos radios favorecen la raja o hendibilidad de la madera.

PROPIEDADES DE LA MADERA

Las propiedades de la madera dependen del crecimiento, edad, contenido de agua, clases de terreno de plantación y distintas partes del tronco.

HUMEDAD

El grado de humedad de la madera es uno de los factores que afectan la resistencia y rigidez del elemento. Para la madera secada al aire se tiene del 10% al 15% de humedad, para la recién cortada puede ser del 50% al 60% y la saturada puede llegar hasta un 250% o 300%.

La madera puede contener agua de tres tipos:

Agua de constitución-- Es inherente a la naturaleza orgánica y parte integrante del material natural.

Agua de saturación-- Es el agua retenida por las membranas y paredes de los elementos leñosos.

Agua libre-- Es el agua absorbida por la capilaridad de los vasos y llena las fibras leñosas, desaparece después del corte del árbol.

El contenido de agua es mayor en la albura que en el duramen, de la misma manera que es mayor en la madera que procede de árboles cortados en invierno que los cortados en primavera.

Al colocar los elementos de madera en obra, es necesario tener en cuenta los cambios de volumen debidos a la humedad, ya que cuando la madera absorbe agua produce un hinchamiento y cuando pierde agua se contrae, siendo esta contracción mayor en la albura que en el corazón originando una curvatura y agrietamiento.

DENSIDAD

La densidad absoluta o real de la madera es sensiblemente igual para todas las especies a 1.56; mientras que la densidad relativa o aparente varía no solo de unas especies a otras, sino aún en la misma, con el grado de humedad y sitio del árbol. Un valor alto en la densidad relativa de la madera indica mayor resistencia y menor porosidad.

Las maderas según su densidad se clasifican en:

- a) Pesadas .- Con densidad aparente mayor a 0.8.
- b) Ligeras .- Densidad aparente de 0.7 a 0.5.
- c) Muy ligeras .- Densidad aparente menor a 0.5.

La tabla que se observa a continuación nos muestra las densidades relativas de algunos tipos de maderas.

Tabla 14 Densidades aparentes de diversas maderas.

ESPECIE	DENSIDAD RELATIVA	PESO	
		12 % HUMEDAD	20 % HUMEDAD
Cedro	0.33-0.44	368-498	386-535
Ciprés sureño	0.46	514	575
Abeto Douglas	0.43-0.48	480-541	503-563
Abeto blanco	0.37	421	437
Pinabete	0.40-0.42	467-458	423-477
Alerce	0.55	623	644
Pino	0.35-0.58	398-658	419-680
Pino gigante	0.40	450	472
Picea	0.34-0.40	379-466	395-478
Fresno blanco	0.60	676	698
Haya americano	0.64	701	722
Abedul	0.52-0.65	576-748	594-770
Nogal	0.63-0.72	704-813	725-829
Roble	0.63-0.68	692-741	716-762
Alamo amarillo	0.42	477	496

Dureza

La dureza de la madera es la resistencia que opone a ser rayada, desgastada o penetrada. Depende de su edad, estructura y la forma en que se trabaje ya sea en el sentido de sus fibras o perpendicular a ellas. De manera general tenemos los parámetros:

- 1) La madera endurece con el tiempo.
- 2) La madera del corazón es mas dura que la de la albura.
- 3) La madera procedente de árboles de crecimiento lento es mas dura que la de los árboles de crecimiento rápido.
- 4) La dureza disminuye con un mayor grado de humedad.
- 5) Es mayor la dureza en el sentido radial de la madera que en el sentido tangencial.

Frecuentemente se clasifica a las maderas en base a su dureza, de esta forma tenemos lo siguiente:

Tabla 15 Clasificación de maderas por su dureza.

<i>GRADO DE DUREZA</i>	<i>ESPECIE DE MADERA</i>
Maderas muy duras	Ébano, serbal, encino, roble, fresno, arce, álamo y tejo
Maderas duras	Acacia, cerezo, almendro, castaño, haya, nogal, aliso, peral, manzano, pino pinaster y carrasco
Maderas blandas	Abeto, alerce, pino y sauce.
Maderas muy blandas	Tilo y chopo

Hendibilidad

Es la propiedad que tiene la madera de dividirse o separarse en el sentido longitudinal, es decir en el sentido de sus fibras y paralelo al eje del tronco.

Conductividad

La madera seca es aislante del calor y la electricidad, pero a medida que aumenta su humedad se hace conductora de esta última.

Dilatación térmica

El coeficiente de dilatación lineal de la madera es muy pequeño, pudiendo ser despreciado, ya que por ejemplo en el abeto es de 35×10^{-7} mientras que en el pino es de 7×10^{-6} .

Duración

La duración de la madera varía mucho en la clase y medio, cuando está a la intemperie y sin impregnación depende de las alternativas de sequedad y humedad,

Cuando están sumergidos en agua algunas especies alcanzan mayor duración

Resistencias mecánicas

La resistencia de la madera depende del grado de humedad y de la densidad, ya que en compresión con cada variación mas o menos del 1% de humedad, la resistencia varía un 4% aproximadamente.

La resistencia y elasticidad, difieren también dependiendo de los tres ejes de simetría que contiene la madera: el longitudinal o paralelo a la veta, el tangencial o perpendicular a la veta y el radial.

Tabla 16 Módulos de elasticidad de maderas

ESPECIE	E_L	RELACIONES DE MODULO YOUNG		RELACIONES DE MODULO DE RIGIDEZ		
		E_T / E_L	E_R / E_L	C_{NR} / E_L	C_{NT} / E_L	G_{NL} / E_L
FRESNO	1532	0.064	0.109	0.057	0.041	0.017
BALSA	386	0.015	0.046	0.054	0.037	0.005
ABEDUL	1458	0.050	0.078	0.074	0.067	0.017
ABETO	1603	0.050	0.068	0.064	0.078	0.007
ÁLAMO	989	0.043	0.092	0.075	0.069	0.011
NOGAL	1146	0.056	0.106	0.085	0.062	0.021

E_L = Módulo de elasticidad en dirección longitudinal.

E_T = Módulo de elasticidad en dirección tangencial.

E_R = Módulo de elasticidad en dirección radial.

C_{NR} = Módulo cortante en un plano normal a la dirección radial.

C_{NT} = Modulo cortante en un plano normal a la dirección tangencial.

C_{NL} = Módulo cortante en un plano normal a la dirección longitudinal.

En las tablas siguientes se indican los principales propiedades mecánicas para algunas maderas de uso común, en aplicaciones estructurales. Como se observa el contenido creciente de humedad reduce las resistencias finales a compresión y corte.

Tabla 17 Resistencia promedio para maderas

ESPECIE	MADERA SECADA AL AIRE		
	HUMEDAD (%)	COMPRESIÓN (KG / CM ²)	CORTE (KG / CM ²)
Cedro rojo	12	353	60
Cedro blanco	12	330	56
Ciprés del sur	12	447	70
Abeto Douglas	12	522	81
Abeto blanco	12	376	65
Abeto de Canadá E	12	380	74
Abeto de Canadá W	12	436	82
Alerce Occidental	12	570	99
Pino amarillo	12	593	105
Pino blanco	12	395	59
Secoya virgen	12	432	66
Abeto Sitka	12	394	80
Fresno blanco	12	521	137
Abedul	12	574	132
Arce azucarero	12	550	163
Roble rojo	12	475	125
Roble blanco	12	523	140
Álamo amarillo	12	389	83

Tabla 18 Resistencia promedio para maderas

ESPECIE	MADERA VERDE		
	HUMEDAD (%)	COMPRESIÓN (KG / CM ²)	CORTE (KG / CM ²)
Cedro rojo	37	193	49
Cedro blanco	55	168	48
Ciprés del sur	91	251	56
Abeto Douglas	38	271	65
Abeto blanco	115	190	52
Abeto de Canadá E	111	216	59
Abeto de Canadá W	74	210	56
Alerce Occidental	58	280	63
Pino amarillo	63	302	73
Pino blanco	54	186	45
Secoya virgen	112	295	56
Abeto Sitka	42	187	53
Fresno blanco	42	280	97
Abedul	67	237	78
Arce azucarero	58	282	100
Roble rojo	80	241	85
Roble blanco	68	250	87
Álamo amarillo	83	187	55

De estos datos se obtienen esfuerzos permisibles considerando:

a) La dispersión en las resistencias de una pieza puede ser hasta de 25% mayor o menor del promedio.

b) Las resistencias señaladas se basan en pruebas de períodos cortos. En el caso de los de servicio, la carga sostenida puede producir la falla a los 9/16 de la carga registrada.

c) El módulo de ruptura de un espécimen de 2" es mayor que el de una viga aperaltada.

d) Se debe aplicar un factor de 3/5 para esfuerzos permisible.

e) Los defectos, como nudos y grietas, reducen los esfuerzos que se permiten en diversos índices.

Clases de maderas

Para clasificar la especie de las maderas, muchas veces se utilizan sus propiedades físicas como densidad, dureza, color, vetas, etc. La clasificación científica, se basa en los caracteres histológicos de su estructura anatómica, como vasos, fibras, radios medulares, poros aerolares, canales resiníferos, etc.

De acuerdo a esto tenemos:

Maderas coníferas o resinosas. Suministran las mejores y mas preciadas maderas de construcción debido a sus características de trabajo y resistencias mecánicas.

Maderas frondosas. Proporcionan maderas aptas para ebanistería por su aspecto y calidad.

Maderas tropicales o africanas y maderas exóticas que primordialmente se utilizan en la ebanistería y talla artística.

Formas comerciales

En el mercado pueden encontrarse infinidad de formas en las que las maderas pueden comercializarse, incluso pueden mandarse cortar de manera determinada a petición del cliente.

Para un uso en específico es necesario clasificarla en grados de calidad, el cual se basa en el número, carácter y ubicación de las características reductoras de la resistencia así como en factores que afectan la durabilidad y la utilidad.

Los mejores grados están virtualmente libres de defectos, o sea, son de primera calidad y así sucesivamente conforme tienen mas defectos, son de un grado menor. De las mas comunes para la construcción figuran las siguientes:

Polmes. Son piezas de secciones rectangulares generalmente de 4 x 4 pulgadas por 8 pies de largo y hasta 12 pies

Barrotes. Son piezas comúnmente de 2 x 4 pulgadas de sección y de 8 pies a 12 pies de largo.

Duelas. Su sección varía de 1 x 2, 1 ½ x 2, 1 x 4 o 1 ½ x 4 pulgadas con 8 pies de largo y hasta 12 pies.

Triplay. Son piezas en forma de tablero con medidas en pies desde 4 x 8, 4 x 10 y 4 x 12, con espesores desde 3 milímetros hasta 19.

Materiales Derivados de la Madera

Entre los derivados de la madera que son mas comunes tenemos los siguientes:

Maderas Mejoradas

Son maderas que han sido sometidas a un tratamiento especial, capaz de convertirlas en mas duras, resistentes a productos químicos, etc.

Tableros Contrachapados

Están constituidos por hojas o chapas de madera, siempre en número impar, adheridas íntimamente entre sí, por medio de un pegamento especial y dispuestas de forma que las fibras de cada hoja queden en posición perpendicular o cruzada con respecto a la anterior.

Madera Laminada

Se compone de chapas superpuestas y pegadas con compuestos sintéticos y posteriormente prensadas. Es un material que puede curvarse con radios relativamente pequeños y resiste perfectamente la humedad sin deformarse, por lo que se emplea en aviación.

Madera Comprimida

Se forma con chapas de haya o abedul, adheridas con resinas sintéticas y fuertemente prensadas en caliente.

Tableros de Fibra

Se fabrican con una pasta fibrosa aglomerada con resinas, obteniéndose tableros sólidos, duraderos y se trabajan fácilmente.

Tableros de Partículas

Se fabrica con materiales celulósicos de la madera y de plásticos.

La madera ofrece muchas ventajas a la construcción y existen diversidad de usos, tanto estructurales como de ornamento, el más común de todos es el uso para cimbra de concreto, pero cualquiera que sea el empleo de la madera, deberá tomarse en cuenta que se debe escoger la madera adecuada y un procedimiento para cada caso particular.

OBJETIVO:

Encontrar la carga de ruptura a flexión de una viga de madera comparando resultados entre vigas de maderas de diferente calidad.

MATERIAL:

-- Viga de madera de 8 x 8 de sección por 100 centímetros de largo, defectuosa.

-- Viga de madera de 8 x 8 de sección por 100 centímetros de largo, de primera calidad.

EQUIPO :

-- Maquina universal

DESARROLLO:

1.- Revisar las vigas de madera para identificar si estas presentan alguno o varios de los defectos descritos con anterioridad.

2.- De acuerdo con los defectos encontrados clasificarla por su calidad.

3.- Marcar los puntos de apoyo y de aplicación de la carga en ambas maderas con la finalidad de que las condiciones sean las mismas.

4.- Someter la viga de baja calidad a flexión, cuidando que la carga aplicada sea en forma tangencial a la veta de la madera y registrando tanto el tiempo como la carga última o de ruptura.

5.- Probar la madera de buena calidad a flexión al igual que la anterior con las mismas condiciones.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Verificar que los puntos de apoyo sean a la misma distancia en los especímenes a probar.

Solicitar que la velocidad de carga sea idéntica en cada uno de los elementos sometidos a presión.

Anotar cualquier diferencia en la ruptura de los especímenes.

CONCLUSIONES

La madera para utilizarla como material de construcción, se debe estudiar y conocer sus propiedades, ya que es un material heterogéneo y dos piezas de la misma especie pueden ser diferentes en cuanto a resistencias. La experiencia indica que las características típicas de crecimiento, perjudican la resistencia a tensión que a compresión.

En cuanto a sus imperfecciones podemos citar las siguientes:

Nudos.

Fibra torcida o revirada.

Madera curva o de vuelta.

Excentricidad de la médula.

Irregularidad en los anillos de crecimiento.

Entrecorteza.

Acebolladura.

Patas de gallina.

Corazón partido o estrellado.

Corazón hueco.

Doble albura.

Cada una de las cuales inutiliza a la madera para fines de construcción ya que pierden su resistencia.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

**LABORATORIO DE
RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN**

**FLEXIÓN EN VIGAS DE
MADERA**

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
FECHA: 30 OCTUBRE 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	P (CARGA)	UNIDADES
MADERA SECA	7300	KG
MADERA DEFECTUOSA	5125	KG
MADERA DE PRIMERA CALIDAD	12250	KG

CÁLCULOS:

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MADERA SECA

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{7300}{64} = 114.06 \text{ Kg / cm}^2$$

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MADERA DEFECTUOSA

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{5125}{64} = 80.08 \text{ Kg / cm}^2$$

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MADERA DE PRIMERA CALIDAD

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{12250}{64} = 191.41 \text{ Kg / cm}^2$$

AGENTES DESTRUCTIVOS DE LA MADERA

INTRODUCCIÓN:

La madera al ser un material de origen orgánico, se encuentra sujeta además de los elementos mecánicos propios de servicio, a las alteraciones o cambios que se producen en su composición, debido a diversos factores. Entre los mas importantes tenemos:

Enmohecimiento de la madera. Cuando las condiciones ambientales de humedad y temperatura son adecuadas para el florecimiento de hongos, estos comienzan a desarrollarse a expensas de la madera y terminan por destruirla.

Los hongos son seres heterótrofos carentes de clorofila que necesitan para sus funciones vitales de seres autótrofos que le suministren sustancias y son los responsables de la destrucción de la madera, al convertirse en parásitos de ésta. El hongo puede extenderse a partir de lugares húmedos donde empieza una infección, hasta las partes secas, invadiendo todo el material, provocando que se reblandezca y se rompa con facilidad.

Los hongos se combaten aireando las maderas para construcción o las bodegas donde se encuentre este material, para evitar la humedad del ambiente y tratando las maderas con álcalis de ph. superior al 10:3 ya que el hongo se desarrolla en ph. ácido. Cuando el hongo se ha desarrollado, se puede combatir con aire caliente a 100° C, desecando la parte afectada y aplicando ácido clorhídrico o fénico diluidos.

Pudrición de la madera. Se produce cuando la madera es superior al 30% y las temperaturas son mayores a los 25° ó 30° C. Esta destrucción es producida por la descomposición de la savia, la cual da a la madera diversas coloraciones, por las que se clasifica en la forma siguiente:

Pudrición blanca. Es producida por hongos del género *polyporus*, convirtiendo la madera en una masa húmeda y clara disgregable.

Pudrición roja. Es producida por hongos que disuelven la celulosa, destruyendo la madera y reduciéndola a polvo rojo oscuro. Atacan igualmente a madera viva que a la que ha sido cortada, siempre que se someten a humedad y secado alternadamente.

Pudrición azul. Esta descomposición se debe a hongos que comunican a la madera un color azul en la albura de los árboles resinosos, cuando se tarda mucho en descortezarlos. Esta madera puede utilizarse en cualquier caso, ya que no se debilita su resistencia, de preferencia en sitios secos y ventilados.

Pudrición negra. En las maderas resinosas se debe a hongos o bacterias, que forman la pudrición en forma de surco en la bifurcación de los troncos.

Destrucción de la madera por plagas. Se puede deber a insectos y moluscos que atacan la madera de los árboles en pie o apeados y la preferencia en la albura que es el lugar donde se tiene más almidón.

Ya sea en madera seca o húmeda, las plagas forman una serie de galerías o coqueras que inutilizan la madera. La madera que más se presta a los ataques de los insectos y hongos es la que se apea en verano, ya que contiene una gran cantidad de almidón y albuminoides, que son los alimentos para el desarrollo de dichas plagas.

Entre los insectos que forman las plagas para la madera tenemos el barrenillo o polilla que ataca coníferas y roble, las conocidas como avispas carpinteras que atacan pino y abeto, las termitas que atacan desde la madera hasta todo tipo de material, los lepidópteros que atacan todo tipo de madera y los moluscos que atacan la madera principalmente en diques y embarcaciones barrenando y perforando poco a poco la madera hasta inutilizarla.

Destrucción de la madera por fuego. La madera resiste más tiempo a elevadas temperaturas que el hierro, ya que aparte de no sufrir grandes dilataciones, el carbón que se forma en la superficie protege el interior de la pieza.

OBJETIVO:

Observar las alteraciones que sufre un elemento de madera al someterlo al ataque de agentes destructivos.

MATERIAL:

- Tres piezas de madera de 8 x 8 cm. y 20 centímetros de largo de primera calidad.
- Barniz para madera.
- Cubeta con agua.

EQUIPO:

- Máquina universal.
- Brocha.
- Cubeta de lámina de 20 litros de capacidad.
- Horno.
- Parrilla.

DESARROLLO:

- 1.- Secar las tres piezas en el horno a una temperatura de 30° C por un tiempo de una hora.
- 2.- Sacarlas del horno, separar una de ellas, barnizar otra de las piezas y se deja secar por espacio de 8 horas.
- 3.- Calentar el agua hasta casi llegar al punto de ebullición y colocarla en algún lugar donde no se vuelva a mover.
- 4.- Introducir dos de las piezas (la barnizada y la tercera), en la cubeta tratando de que queden sumergidas en su totalidad por 12 horas.
- 5.- Después de este tiempo, sacarlas del agua y ponerlas a secar en el horno a 50° C durante 12 horas.
- 6.- Repetir los pasos 4 y 5 por cinco ciclos mas y observar los efectos de pudrición en la madera y compararlas cualitativamente (hacer la comparación entre las tres piezas).
- 7.- Probar los tres especímenes a compresión anotando el tiempo y la carga última de cada uno para observar la resistencia y compararlos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Se debe tener en cuenta los cambios ambientales y hacer mención de estos.

Anotar los cambios visuales que se lleven a cabo en el transcurso de la práctica.

Tratar de que los tiempos especificados se cumplan con orden.

Solicitar que la carga se aplique con la misma velocidad en todos los ensayos.

CONCLUSIONES:

Como se observó en la teoría, la madera tiene propiedades inherentes que las personas que hagan uso de ellas como material de construcción deben conocer, es decir, en cuanto a los cambios que puede presentar dos árboles del mismo bosque, calidad de los especímenes a utilizar, etc.

No es confiable solo la inspección visual, si se utilizará madera en construcción es recomendable el uso del laboratorio para garantizar sobre todo en trabajos donde la madera se utilice por su resistencia. Es necesario el cuidado continuo de este material como veremos enseguida:

No se ha encontrado todavía alguna substancia que pueda evitar que el fuego consuma a la madera, los procedimientos usados se reducen a protegerla con productos químicos o forros que aíslan el contacto con las llamas por la formación de gases envolventes o precipitados salinos que mantienen alejado el oxígeno del aire, haciendo más lenta su carbonización.

Para proteger la madera el procedimiento mas eficaz, consiste en impregnar los tejidos interiores de la madera mediante vapor de agua a presión y vacío, con substancias refractarias, como silicato sódico, sulfato de hierro, sulfato amónico, ácido bórico, etc. Y exteriormente con pinturas que contengan un 15% de silicato sódico mezclado con espato pesado y alumbre; o algún otro material aislante como mezcla de creta y óxido de cinc, cemento y cal, yeso y amianto, etc.

Tratándose de los ataques de organismos, ya sea de vegetales o animales, los principales puntos para proteger la madera son: no crear un ambiente favorable para el desarrollo de dichos organismos, el desaviado y la desecación de la madera. Además de esto podemos emplear diversas substancias y procedimientos, como son los que mencionaremos a continuación.

Carbonización. La carbonización superficial de la madera es un buen método para protegerla del ataque de los hongos, aunque se requiere el uso de pinturas e impregnaciones para elementos que hayan de estar en contacto directo con la humedad o terreno.

Pinturas. Es la protección menos duradera, ya que puede ser arrastrada por el agua o mecánicamente, pero la de mas uso. Las pinturas y

revestimientos se preparan con aceite de linaza, alquitrán de hulla y petróleo, alquitrán de madera, a veces mezclados con resinas, asfaltos, cal apagada y compuestos de flúor. Deben aplicarse a la madera cuando se encuentre totalmente seca, pero si la humedad queda aprisionada, la madera se pudre.

Impregnación. Consiste en sumergir la madera en soluciones de diferentes productos, los cuales penetran por los capilares de la superficie a presión normal, y en los interiores mediante el vacío y a presión. Para esta protección se emplea el cloruro mercuríco, cloruro de cinc, sulfato de cobre, alquitrán de hulla, urea sintética, etc.

En general por la construcción, la madera utilizable debe ser de preferencia recién cortada, con olor fresco, estar seca, de tronco sano, no tener fibras torcidas, nudos, fendas, manchas y analizar los agentes a los cuales puede estar sujeto el elemento, para aplicar el tratamiento adecuado para su protección.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

LABORATORIO DE
 RECURSOS DE LA CONSTRUCCIÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN
 EN MADERA

OPERADOR: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 CALCULISTA: JOSÉ MARTÍN HERRERA PÉREZ
 FECHA: 11 NOVIEMBRE 1997

DATOS:

DESCRIPCIÓN	P (CARGA)	TIEMPO (MIN)	UNIDADES
COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES			
PODRIDO	11350	2' 15"	Kgs.
RECUBIERTO	19450	3' 34"	Kgs.
TESTIGO	26740	3' 45"	Kgs.

CÁLCULOS:

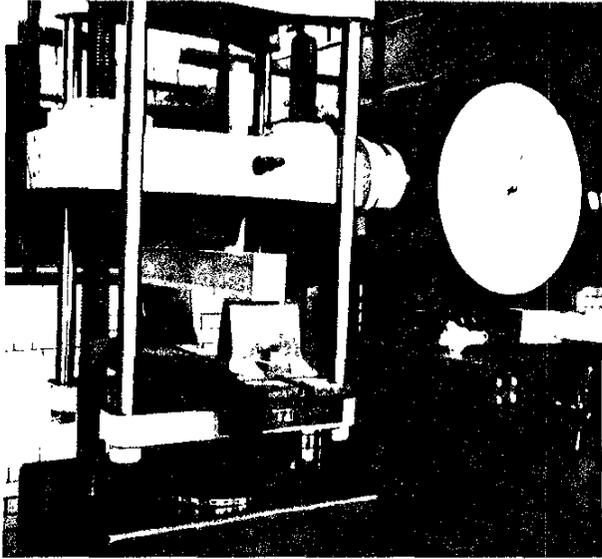
CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LOS ESPECÍMENES:

$$POD = \sigma = \frac{P}{A} = \frac{11350}{64} = 177,34 \text{ Kg / cm}^2$$

$$REC = \sigma = \frac{P}{A} = \frac{19450}{64} = 303,91 \text{ Kg / cm}^2$$

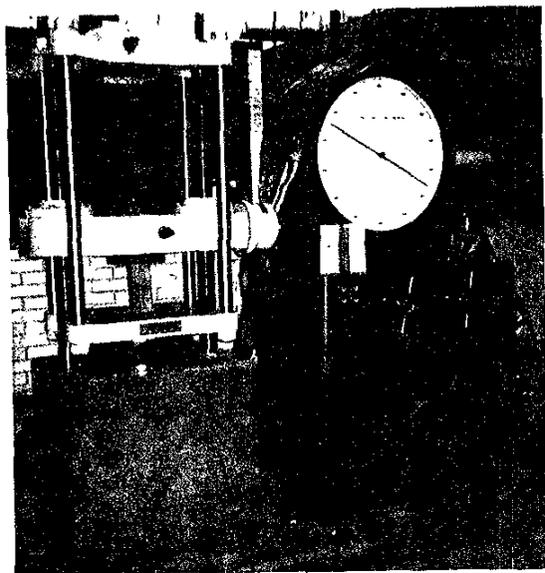
$$TES = \sigma = \frac{P}{A} = \frac{26740}{64} = 417,81 \text{ Kg / cm}^2$$

ANEXO FOTOGRAFICO 6



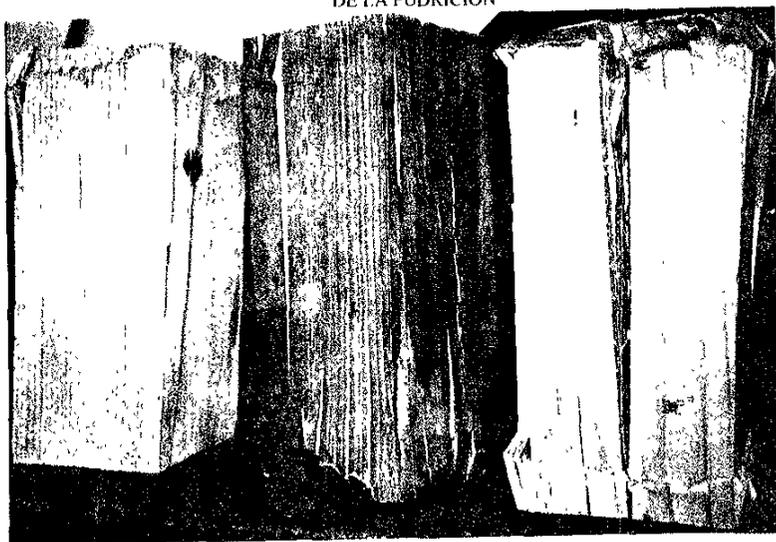
FOTOGRAFÍA 39 Y 40
EN ESTAS DOS FOTOGRAFÍAS SE MUESTRA LA PRUEBA DE FLEXIÓN DE LA MADERA
DURANTE Y DESPUÉS DEL ENSAYE





FOTOGRAFÍA 41 Y 42

AQUÍ SE MUESTRAN LOS ESPECIMENES ENSAYADOS A COMPRESIÓN, TAMBIEN SE MUESTRAN LOS EFECTOS A LA PUDRICIÓN A LA IZQUIERDA VEMOS EL SUJETO TESTIGO, EN MEDIO EL RECUBIERTO Y A LA DERECHA SE ENCUENTRA EL QUE SUFRIO LOS EFECTOS DE LA PUDRICIÓN



U. N. A. M.

CAMPUS ARAGÓN

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Este trabajo se realizó cubriendo el objetivo de dar a los alumnos un material de apoyo para la realización de las prácticas correspondientes a la materia afín (Recursos de la Construcción). Queda abierta la opción de agregar las prácticas que se crean necesarias para la mejor comprensión de las cualidades de los materiales así como la elaboración de formatos de cada uno de los ensayos

Concluiré el trabajo con comentarios en general para no repetir lo ya dicho en cada práctica. En el transcurso de las pruebas es fácil de reconocer la importancia que tiene el conocimiento de las propiedades de los materiales de construcción. Por lo que podemos decir que es básico para el Ingeniero Civil el saber las condiciones de los diferentes materiales con los que puede contar para todo tipo de construcción. De esta manera podrá asegurar que los trabajos realizados cumplen con las especificaciones que se marquen tanto en las normas como en los proyectos en particular.

En ocasiones habrá que tener especial cuidado con los materiales recibidos y realizar pruebas constantemente para verificar que las condiciones sean las mismas para todo el lote recibido, en la medida de lo posible

De los resultados presentados en cada una de las prácticas, probablemente se tendrá que tener un criterio amplio para aceptar o rechazar algún material, según sea el tipo de obra a la que se enfrente el ingeniero para no dar marcha atrás y sobre todo si el tiempo apremia.

Es necesaria la confrontación de los datos obtenidos contra la teoría y más aun contra datos de prácticas anteriores o posteriores para una mejor interpretación de los resultados.

Si se trabaja en un laboratorio lo más probable es que no se tomen en cuenta las condiciones imperantes en la obra y por esto cambien los resultados obtenidos a los mismos materiales.

U. N. A. M. CAMPUS ARAGÓN

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

“MANUAL DE CONCRETO” SECRETARIA DE RECURSOS
HIDRÁULICOS, MÉXICO 1970

“MANUAL DEL INGENIERO CIVIL” FREDERICK S. MERRIT, M^C GRAW
HILL, MÉXICO 1990

TESIS PROFESIONAL “APUNTES DE RECURSOS DE LA
CONSTRUCCION”, JORGE SÁNCHEZ BONILLA, ENEP CAMPUS
ARAGÓN

“MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN”, M^C GRAW HILL, 1986, SERIE
SCHAWMS

“MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN”, FELIX ORUS ASSO, DOSSAT S.
A, ESPAÑA, 1981

“TRATADO DE CONSTRUCCIÓN”, ANTONIO MIGUEL SAAD,
COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL S A, TOMOS I Y II, MÉXICO,
1975

“PRINCIPIOS DE CONSTRUCCIÓN”, D. A. G REID, GUSTAVO GILI S. A.,
BARCELONA, 1980