



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
" ARAGON "

APOYO DIDACTICO EN PRUEBAS DE
LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA
DE INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO
DE MATERIALES.

T E S I S

Que para obtener el Título de:

INGENIERO CIVIL

Presenta:

MARCOS LOPEZ MARQUEZ

Asesor: Ing. Celia Martínez Rayón

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

México, D. F. 1997.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



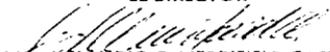
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN

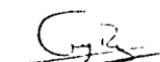
MARCOS LÓPEZ MARQUEZ
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 7 de mayo del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que la profesora, Ing. CELIA MARTÍNEZ RAYON pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado, "APOYO DIDACTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES", 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., 12 de mayo de 1997
EL DIRECTOR


MÉXICO, D.F. 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/11a.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CAMPUS ARAGÓN

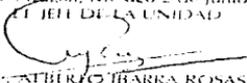
UNIDAD ACADÉMICA

Meon DANIEL VILÁZQUEZ VAZQUEZ
Jefe de la Carrera de Ingeniería Civil,
PUEBLO NUEVO.

En atención a la solicitud de fecha 2 de junio del año en curso, por la que se comunica que el alumno MARCOS TOPIZ MARQUEZ, de la carrera de Ingeniería Civil, ha concluido su trabajo de investigación titulado "APOYO DIDACTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, le reitero las seguridades de mi atenta consideración.

AFIANZAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, México 2 de junio de 1997
CATEDRA DE LA UNIDAD


ALBERTO BARRA ROSAS

c c p Asesor de Teap.
c c p Interesado

AIR/la.

EL PRESENTE TRABAJO ES DEDICADO A :

**-MI FAMILIA: PADRES Y HERMANOS, QUE SIEMPRE HAN
SIDO UN EJEMPLO A SEGUIR.**

-A LOS PROFESORES DE LA E.N.E.P. ARAGÓN

-A MI ASESORA LA ING. CELIA MARTÍNEZ RAYON

-AL MIGUEL A. SAAVEDRA OTERO

I N D I C E

CAPITULO	T E M A	PAGINA
1	INTRODUCCION	01
2	FLEXION EN VIGAS	05
3	COMPRESION SIMPLE EN CILINDROS DE CONCRETO	28
4	TENSION INDIRECTA EN CILINDROS DE CONCRETO	57
5	TENSION EN ACERO DE REFUERZO	76
6	COMPRESION SIMPLE EN SUELOS	97
7	VISCOSIDAD EN ASFALTOS	113
8	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN LADRILLOS Y BLOQUES	128
9	ABSORCION DE AGUA EN LADRILLOS Y BLOQUES	144
10	CONCLUSIONES	168
	BIBLIOGRAFIA	172

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es un material bibliográfico para profesores y alumnos que estén vinculados o que cursen el laboratorio de Introducción al Comportamiento de Materiales, en él se presentan pruebas en materiales como son: el concreto, acero, asfaltos, muestras de suelo, ladrillos y tabiques, todos ellos ensayados para verificar que se cumplan con las normas y especificaciones de calidad, excepto en el caso del ensayo de la muestra de suelo, donde se trata de determinar datos e índices para efectuar el diseño, tratando de descubrir las dificultades, o incluso las facilidades para realizar el proyecto, de manera que este se ubique con las condiciones existentes en el suelo.

El concreto es el material más usado en la construcción, representando un elemento importante en la de las grandes y pequeñas obras realizadas en nuestro país. En los primeros capítulos del presente trabajo se hace un estudio del concreto por medio de pruebas destructivas, como es: la resistencia a la flexión en vigas de concreto, acompañado de un material de gran importancia como lo es el acero, el cual, se complementa con el concreto para hacerlo reforzado y sub-reforzado.

Por las características del concreto, hacen su estudio interesante, por ejemplo en su resistencia a la flexión en vigas de concreto, se observan los fenómenos de compresión y tensión del material, y de estas dos características se derivan otras dos pruebas, las cuales son: resistencia a carga axial y prueba brasileña o resistencia a la tensión en cilindros de concreto, presentados en los capítulos tres y cuatro respectivamente. Debe señalarse que estas pruebas no son las únicas que estudian al concreto, pero si las más importantes.

CAPÍTULO 1

En la prueba de flexión se trata de encontrar la resistencia al someter al concreto a una carga aplicada normal al eje longitudinal del espécimen (viga), mientras que en la prueba de compresión debe encontrarse un índice de resistencia a la carga axial en el elemento ensayado (cilindro), en el caso de la prueba brasileña se determina la resistencia a tensión de un cilindro de concreto por medio de la aplicación de una carga a compresión diametral a lo largo del elemento.

Todos los conceptos antes señalados, son descritos en cada introducción, que es un material teórico presentado en cada capítulo, con el objetivo de familiarizar al alumno con las condiciones prevaletentes en el laboratorio, en lo que respecta tanto en el material como en las definiciones y conceptos básicos usados comúnmente.

El acero de refuerzo es material de gran importancia en la construcción por ser un elemento que resiste grandes esfuerzos de tensión. Sus características varían de acuerdo con el material usado, la marca del fabricante, su proceso de elaboración y su composición química. El acero a diferencia del concreto es un material elástico, que al ser ensayado nos proporciona datos suficientes para elaborar una gráfica de esfuerzo-deformación, en la cual se presentan distintas facetas características existentes en el acero. Los especímenes ensayados fueron proporcionados en el Laboratorio de Construcción de Ingeniería Civil, por lo cual se desconocen algunas variantes del material utilizado.

CAPITULO 1

En el ensayo de compresión simple en suelos, se obtuvo la muestra de un pozo a cielo abierto excavado dentro de la E.N.E.P. Aragón, a un costado de la barda perimetral de dicha escuela, siendo esta muestra representativa del lugar en cuestión, correspondiente según el Reglamento General de Construcciones para el Distrito Federal, a la zona III, llamada zona de Lago, que se caracteriza por tener un suelo con alto contenido de agua, en materiales de arcilla, teniendo así suelos con características difíciles para el diseño constructivo.

En el capítulo siete dedicado a la viscosidad en asfaltos, se realiza un ensayo práctico, donde se determina la consistencia de un producto asfáltico a temperaturas especificadas. El equipo utilizado en esta prueba es un Viscosímetro Saybolt-Furol con el cual cuenta el Laboratorio de Pavimentos. Las especificaciones utilizadas en esta prueba fueron obtenidas de las normas editadas por la ASTM (Asociación Americana de Pruebas y Ensayos en Materiales), para asfaltos y áridos para la construcción de pavimentos. La forma de utilizar estas especificaciones es comparándolas con los resultados obtenidos durante el ensayo, clasificando de esta manera al producto asfáltico.

En los dos últimos capítulos se ensayan materiales en común, los cuales son los ladrillos, tabiques y bloques, estas dos pruebas se utilizan por lo regular para verificar la calidad de los elementos, la importancia de la prueba radica en la gran utilización de este material en la construcción.

CAPITULO 1

En ambas pruebas se utilizan las especificaciones dadas por la Dirección General de Normas, en las que se presentan las características mínimas que deben cumplir los materiales. Los especímenes ensayados fueron 5 unidades escogidos al azar, para su posterior ensayo en pruebas de compresión y absorción.

Las pruebas de laboratorio realizadas para el apoyo de la asignatura de Introducción al Comportamiento de Materiales, tratan de aportar bases prácticas generales a los alumnos que cursen este laboratorio, lo cual es importante para que los conocimientos adquiridos en las aulas de clases sean reforzados con la práctica realizada en el laboratorio.

Aunque el material de tesis no es muy consultado por los alumnos, se espera que el presente trabajo no les ahorre la investigación, pero sí les de un panorama general de alguna práctica contenida en él.

CAPÍTULO 2

FLEXIÓN EN VIGAS

OBJETIVOS:

-Someter a flexión vigas de las siguientes características :

- a) Una viga de concreto simple.
- b) Una viga de concreto reforzado.
- c) Una viga de concreto sub-reforzado.
- d) Una viga de madera.

Observando en cada una su falla al llevarlas a la ruptura.

-Medir la flecha máxima, en el momento que aparezcan las primeras grietas en cada viga ensayada.

-Calcular para cada espécimen su resistencia a la flexión, es decir su módulo de ruptura, por medio de la fórmula de la escuadria ($V = M_C / I$).

CAPÍTULO 2 INTRODUCCIÓN

Una viga es un componente estructural, cuya importancia y función es el de soportar cargas en estructuras y máquinas, se somete a flexión cuando las fuerzas que actúan, sobre ésta, producen en una parte de su sección transversal esfuerzos de compresión, y sobre la otra parte esfuerzos de tensión (obsérvese la figura 2.1) donde se ilustra una viga sometida a flexión debido a cargas normales al eje de su longitud, y el corte transversal de su sección nos detalla la distribución de esfuerzos, de compresión y tensión.

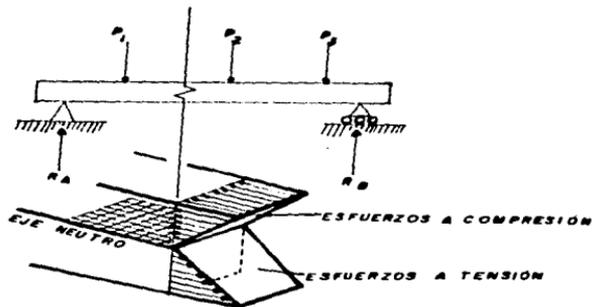


FIGURA 2.1 CORTE TRANSVERSAL DE UNA VIGA Y SU DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS

CAPÍTULO 2

En una viga sometida a flexión, debido a pares de fuerzas iguales en cada extremo, provoca deformaciones, tales como la flecha máxima, o deformaciones en las últimas capas de compresión (acortamiento de capas), y en las capas de tensión (estiramiento de capas), todas ellas evidentes y medibles en materiales de cierta elasticidad.

Por ejemplo considérese dos secciones transversales de una viga HE y GF (ver la figura 2.3a), originalmente paralelas, cuando se flexiona la viga se supone que estas secciones permanecerán planas, es decir H'E' y G'F' (posiciones finales, en la figura 2.3b), serán todavía líneas rectas y las distancias HG y EF se deformarán en H'G' y E'F' respectivamente, es decir:

$$\text{DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN EN HG} = (H'G' - HG) / HG$$

$$\text{DEFORMACIÓN POR TENSIÓN EN EF} = (E'F' - EF) / EF$$

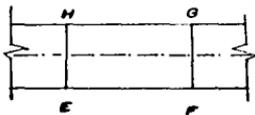


FIGURA 2.3a VIGA SIN FLEXIONAR



FIGURA 1.3b VIGA FLEXIONADA

CAPÍTULO 2

Cuando la viga se flexiona, las capas en compresión se acortan y las de tensión se estiran, pero existe un espacio geométrico, donde no es alcanzado por los esfuerzos de tensión o compresión, este espacio es llamado eje neutro, que bajo ciertas condiciones se encuentra a la altura del centroide de la sección transversal de la viga (obsérvese la figura 2.2) donde se presenta una parte longitudinal de la viga a flexión pura, es decir una viga donde sólo actúen esfuerzos flexionantes, no presentándose ni momentos torsionantes, ni cargas axiales.

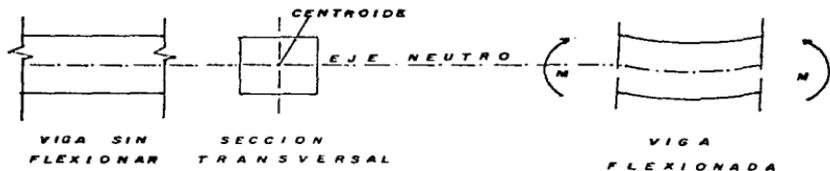


FIGURA 2.2 EN LA FLEXIÓN PURA EL EJE NEUTRO COINCIDE CON EL CENTROIDE DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VIGA

CAPÍTULO 2

La deflexión es una medida de la rigidez general, de una viga dada, por otra parte las mediciones de las deflexiones constituyen un medio para determinar el módulo de elasticidad del material.

En las pruebas de flexión en vigas, especificadas en los objetivos del presente capítulo, se utilizará un esquema de carga al centro del claro de la viga, a su vez la viga estará dispuesta sobre apoyos libres en los extremos (obsérvese la figura 2.4). Las vigas se llevarán a a falla, a los 14 días de edad (en caso de vigas de concreto).

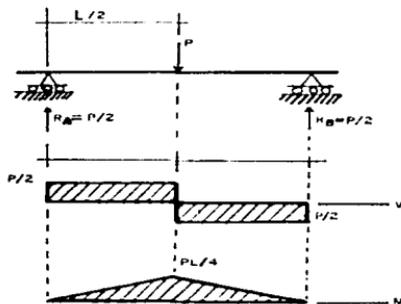


FIGURA 2.4 ESQUEMA GENERAL DE CARGA

CAPÍTULO 2

El módulo de ruptura es un índice que nos representa la resistencia al esfuerzo flexionante, en elementos afectados por fuerzas normales al eje de su longitud, calculándose con la fórmula de la escuadría ($V = M_c / I$). En el caso de los especímenes a usar en nuestras pruebas, que son de sección rectangular, y con carga al centro del claro, utilizamos la fórmula anterior simplificada: $V = 3PL / 2bd^2$

donde:

P = carga al centro del claro en kgs.

L = longitud del largo de la viga en cms.

b = base de la sección transversal de la viga en cms.

d = peralte de la sección transversal de la viga en cms.

V = Resistencia al esfuerzo flexionante o módulo de ruptura en kg / cm²

En el caso de someter a la viga, a cargas iguales a los tercios de la longitud de la misma (figura 2.5) se utiliza la fórmula de la escuadría simplificada a: $2PL / bd^2$.

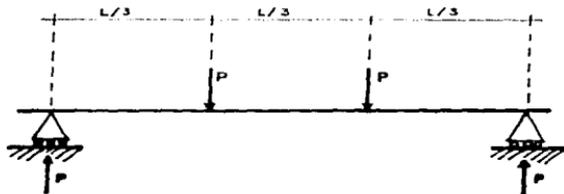


FIGURA 2.5 CARGAS IGUALES A LOS TERCIOS DE LA VIGA

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

ELABORACIÓN DE LAS VIGAS DE CONCRETO

EQUIPO:

- Molde para viga de concreto de 15X15X60 cms.
- Cuchara de albañil.
- Charola grande.
- Cucharón.
- Varilla punta de bala.
- Regla metálica para enrasar.
- Aceite para motor y estopa.

MATERIALES:

- Grava bien graduada de 3/4 de pulgada como agregado máximo.
- Arena limpia de tamaño máximo de 1.19 mm.
- Cemento gris normal.
- Acero de refuerzo de 3/8 de pulgada de diámetro.
- Estribos de alambrión de 10X10 cms. de 1/4 de pulgada de diámetro.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Revisar que el molde no tenga residuos de concreto, u otros objetos que afecten el acabado de la viga, el molde debe de estar bien sellado, evitando salidas de agua o mortero. En caso contrario deben sellarse las juntas. Después se procede a extender una capa de aceite en la superficie interior de la viga.

CAPÍTULO 2

2.-Elaborar la mezcla cuidando la relación agua-cemento, para una resistencia aproximada de 200 kg/cm², posteriormente verter en la charola la mezcla y uniformizarla.

3.-Colocar el acero de refuerzo, dejando un recubrimiento de 1 cm aproximadamente entre el acero de refuerzo y el molde. Foto 1.

4.-Se llenará el molde en dos capas, procurando depositar el concreto en forma uniforme a lo largo de todo el molde, evitando la segregación del agregado grueso, llenando las aristas y las esquinas con la ayuda de la cuchara de albañil.

5.-Utilizar la varilla punta de bala para distribuir el concreto, se harán penetraciones con la varilla, de una sola vez por cada 10 cm² de superficie de la base del molde, en caso de la primera capa, y penetraciones igualmente distribuidas atravesando la segunda capa completamente, teniendo cuidado en ninguno de los casos de mover el acero. Foto 2.

6.-Cerciorarse de que no existan vacíos u oquedades en la superficie del concreto, sobre todo en las orillas y en las esquinas, de lo contrario golpee suavemente con la varilla en el costado del molde.

7.-Introducir la cuchara de albañil entre las paredes del molde y el concreto, hasta tocar el fondo y recorrerla a lo largo de las paredes laterales, evitando así las burbujas de aire. Foto 3.

CAPÍTULO 2

- 8.-Se procede a enrasar con la cuchara con movimientos de vaivén sobre los bordes superiores del molde (el menor número de veces posible), hasta obtener una superficie plana y uniforme, cuidando de que no existan depresiones o promontorios de mas de 4 mm, de no ser así afinar con la cuchara y pasar la regla metálica nuevamente.
- 9.-Se deja reposar el molde durante 24 horas, debiendo ser cubierto por una franula húmeda, para evitar la pérdida de agua en el concreto antes de su curado. Foto 4.
- 10.-Descimbrar el espécimen, cuidando de no romper las aristas o los bordes de la viga, marcar el número de serie y fecha de colado, por ultimo sumergir el espécimen en una piletta de agua para su curado. Foto 5.



FOTO 1

APOYO DIDACTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 2

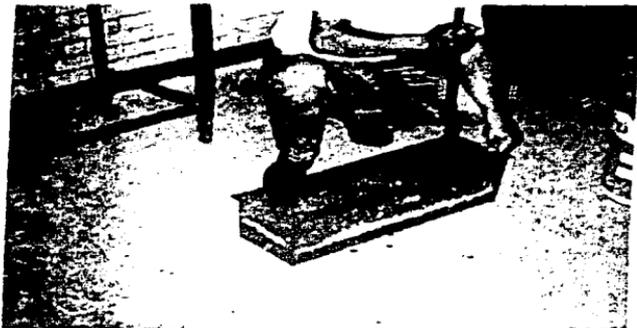


FOTO 2



FOTO 3

CAPÍTULO 2

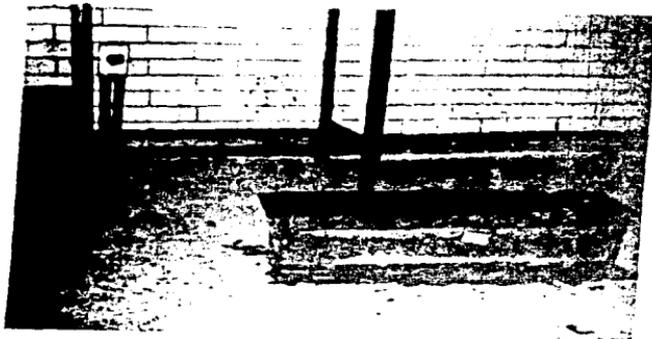


FOTO 4

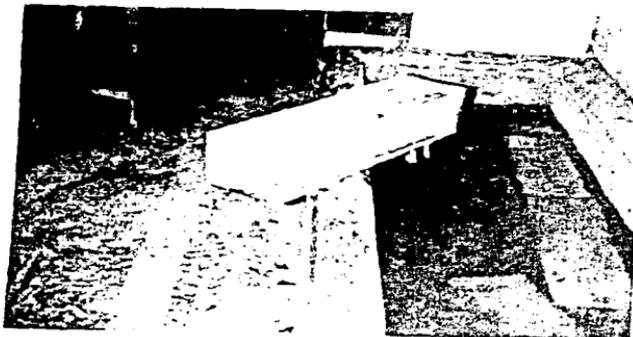


FOTO 5

CAPÍTULO 2

REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE FLEXIÓN EN VIGAS

MATERIAL:

- Viga de concreto simple $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ de 14 días de edad.
- Viga de concreto reforzado $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ de 14 días de edad.
- Viga de concreto sub-reforzado $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ de 14 días de edad.
- Viga de madera de pino de primera.

EQUIPO:

- Máquina universal
- Mocrómetro
- Regla metálica
- Flexómetro
- báscula
- Lápiz de color
- Dispositivos de carga y apoyos articulados

CAPÍTULO 2

DESARROLLO

- 1.-Determinar todos los datos relacionados con la viga: peso; longitud, peralte y espesor. Foto 6.
- 2.-Marcar en la viga, con lápiz de color: el centro del claro, los puntos de apoyo y el punto de contacto con el micrómetro. Foto 7.
- 3.-Colocar el dispositivo de apoyos articulados sobre la base de la máquina universal. Foto 8.
- 4.-Colocar la viga sobre los apoyos, de manera que a lo largo del eje longitudinal de la viga, la distancia entre el apoyo y el paño exterior debe ser de 7.5 cm, así mismo la viga debe quedar centrada con respecto al carril en el sentido transversal. Foto 9.
- 5.-Una vez ubicada la viga, colocar el micrómetro al centro del claro de la misma, para poder medir la flecha máxima. Posteriormente ajustar el dispositivo de carga. Foto 10.
- 6.-El eje del dispositivo de carga coincidirá con el eje del espécimen y su punto de contacto será al centro del claro de la viga. Foto 11.
- 7.-Ajustar en ceros el micrómetro y la máquina universal, escogiendo el rango de carga de esta última. Anotar las lecturas correspondientes. Foto 12.

CAPÍTULO 2

8.-Al ocurrir el primer agrietamiento, anotar la máxima deflexión y su correspondiente carga. Retirar el micrómetro. Foto 13.

9.-En la hoja de cálculo analizar la falla de las vigas, dibujando las grietas, y calcular su módulo de ruptura correspondiente. Foto 14 y 15.

CAPITULO 2



FOTO 6



FOTO 7

APOYO DIDÁCTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 2



FOTO 8



FOTO 9

AYUDAS DIDÁCTICAS EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCIÓN AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPÍTULO 2

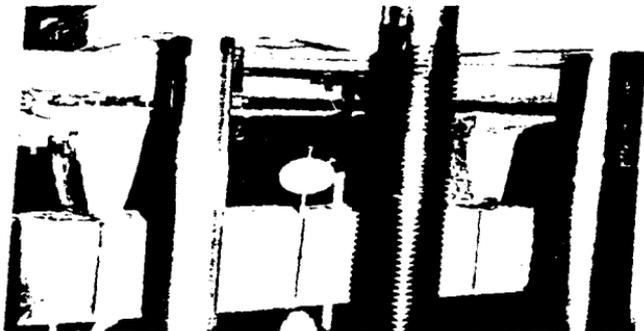


FOTO 10



FOTO 11

APOYO DIDACTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 2



FOTO 12



FOTO 13

APOYO DIDACTICO EN HERRAMIENTAS DE LAS REDES PARA LA ASIMILACION DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 2



FOTO 14



FOTO 15

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE FALLA EN LAS VIGAS

a) VIGAS DE CONCRETO SIMPLE: En el concreto simple (material quebradizo), la falla ocurre por ruptura súbita. Esta falla inicia en las capas tensivas del espécimen, es decir en la zona debajo de la viga, debido a que el concreto es un material que no resiste tensiones, y en todos los casos la falla no ocurre en la zona de compresión del espécimen, ya que el concreto resiste grandes esfuerzos por compresión. Figura 2.6a.

b) VIGAS DE CONCRETO REFORZADO Y SUB-REFORZADO: En este caso varía el comportamiento de la falla, por ejemplo: cuando el acero falla debido a esfuerzos sobre el punto de cedencia, aparecen grietas verticales sobre el lado tensado de la viga. Por otra parte cuando es el concreto el que falla por compresión, aparecen grietas en las fibras en compresión más alejadas. Por último cuando el concreto falla por tensión diagonal, debido a esfuerzos cortantes excesivos y que da como resultado grietas que descienden diagonalmente hacia los apoyos, tornándose horizontales justamente arriba del armado principal. Figura 2.6b.

c) VIGAS DE MADERA: La madera es un material sumamente elástico, cuyos defectos y virtudes de la misma, suele arrojar diversas formas de falla. Para obtener información sobre la resistencia a los principales tipos de acciones de determinada especie o grupos de especies de características semejantes, es necesario llevar a cabo un número de ensayos bastante elevado. En la prueba efectuada en un espécimen a la flexión del presente capítulo, resultó una forma de falla típica la cual es ilustrada en la figura 2.6c.

CLASIFICACIÓN DE FALLAS
CAPITULO 2

FALLA EN LAS VIGAS

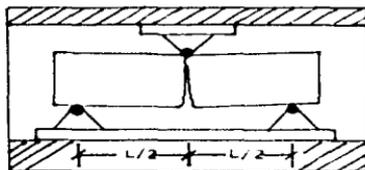
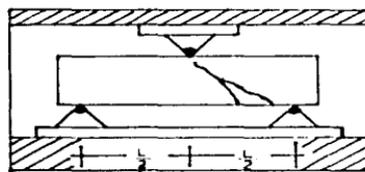
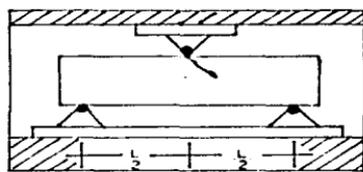


FIGURA 2.6a FALLA EN LA VIGA DE CONCRETO SIMPLE



CONCRETO REFORZADO



CONCRETO SUB-REFORZADO

FIGURA 2.6b FALLA EN LAS VIGAS DE CONCRETO REFORZADO Y SUB-REFORZADO

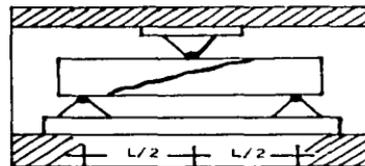


FIGURA 2.6c FALLA EN LA VIGA DE MADERA

CAPÍTULO 2

CONCLUSIONES DE LA PRUEBA DE TENSIÓN EN VIGAS

ESPECIMEN	EDAD	RESISTENCIA	CARGA DE RUPTURA	DEFLEXION	MÓDULO DE RUPTURA
tipo	días	f_c (kg/cm ²)	kilogramos	mm	kg/cm ²
CONCRETO SIMPLE	14	200	3450	0.20	69.0
CONCRETO REFORZADO	14	200	5250	0.90	105.0
CONCRETO SUB- REFORZADO	14	200	7050	1.55	141.0
MADERA		--	9700	4.70	654.8

Como puede observarse en los especímenes de concreto, la carga aumentó en la viga de concreto sub-reforzado, concluyendo que la diferencia de carga que existe entre los tres especímenes (concreto simple, reforzado y sub-reforzado) es resistida por el acero de refuerzo, así mismo la flecha aumenta en el espécimen que contiene más acero. Cabe señalarse que las deflexiones son muy pequeñas en comparación con materiales como la madera o el plástico.

Por último la resistencia a la flexión (módulo de ruptura) es considerable en la madera con respecto a la del concreto sub-reforzado (que a su vez es más alto que el concreto reforzado y el simple). En la foto 16 se muestra el ensayo en un espécimen de madera .

ANEXO II (CONTINUA) EN OPORTUNIDAD DE EXAMENARSE PARA LA APLICACION EN
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MACHETEARIA

CAPITULO 2

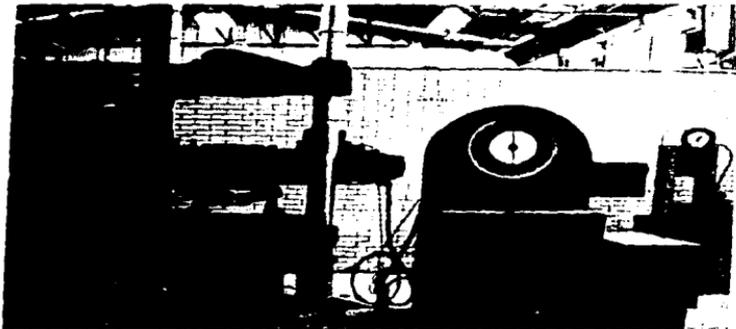


FOTO 16

CAPÍTULO 3

COMPRESIÓN SIMPLE EN CILINDROS DE CONCRETO

OBJETIVOS:

-Someter a compresión tres cilindros de concreto de las siguientes características:

- a) 30 cm de altura por 15 de diámetro.
- b) Concreto $f_c = 250 \text{ kg / cm}^2$.
- c) Con edades de 7, 14 y 28 días.
- d) Cabeceados con mortero de azufre.

-Calcular su resistencia a la compresión de cada espécimen, utilizando la fórmula de esfuerzo normal: P/A . Donde P es la carga aplicada y A es el área transversal del cilindro.

-Observar su falla al llevarlos a la carga máxima (p_u).

-Medir las deformaciones de cada cilindro, para obtener gráficas de esfuerzo-deformación.

CAPITULO 3

INTRODUCCIÓN:

En esta prueba de compresión, el espécimen se somete a una carga en los extremos que produce una acción aplastante que acorta dicha pieza, esta prueba nos representa un índice muy importante de la calidad del concreto, tanto de los elementos utilizados como su correcta ejecución. Otros materiales que pueden ensayarse en esta prueba son: los morteros, ladrillos o cerámicas, el cemento, corazones de roca, etc. En esta práctica nos enfocaremos a obtener la resistencia a la compresión directa en un concreto.

En los países en que se utiliza el concreto como principal material para la construcción, no existe una convención aceptada sobre que tipo de espécimen es óptimo para realizar ensayos en compresión, y comúnmente se utilizan especímenes de tres tipos: prismas, cubos y cilindros, en el presente capítulo se ensayarán los últimos mencionados y que son recomendados en normas internacionales.

Los cilindros a ensayar tienen por lo regular una relación de esbeltez igual a dos, en estructuras de concreto reforzado el cilindro es de 15X30 cms, y en estructuras construidas con concreto en masa donde se usan agregados de gran tamaño (10 a 15 cms) se usan cilindros de 30X60 cms, y en ocasiones moldes de hasta 60X120 cms.

Se acostumbra a designar con f_c la resistencia a la compresión especificada en un cilindro estándar a los 7, 14 y 28 días o a la edad en que el concreto vaya a recibir su carga de servicio

CAPÍTULO 3

Para que la prueba sea aceptable es necesario que la base y el dispositivo de carga de la máquina universal estén totalmente en contacto con las superficies de los extremos del espécimen, para que la presión sea uniforme.

Por otro lado, los cilindros se fabrican generalmente en moldes de acero apoyados en una placa en su inferior y libres en su parte superior, donde es necesario un acabado manual llamado enraso, consistente en afinar la superficie de la base superior del espécimen.

Por lo anterior siempre existen defectos en las dos bases del espécimen, por lo que es conveniente aplicarle otro procedimiento de acabado llamado cabeceo. Este método consiste en moldear una superficie lisa de apoyo en las bases del espécimen, utilizando azufre dorado. Se utiliza el azufre por ser un material que presenta resistencias análogas al concreto, en pruebas de compresión simple sobre este material.

Por lo general los resultados que se obtengan en el laboratorio en pruebas de compresión simple en especímenes de concreto no serán uniformes, aún cuando se sigan cuidadosamente las especificaciones, siempre existe una dispersión de los datos provocados por errores accidentales o por la no uniformidad del material utilizado, siendo necesario hacer numerosos ensayos para lograr resultados confiables.

CAPÍTULO 3

Otros factores que afectan directamente los resultados obtenidos en especímenes de ensayo son:

- Efectos de las condiciones de curado.
- Efecto de la esbeltez, ver figura 3.1
- Efecto de la velocidad de carga, figura 3.2
- Efecto de la velocidad de deformación, figura 3.3
- Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia, figura 3.4
- Efecto de la edad, figura 3.5
- Efecto de la relación agua-cemento, figura 3.6
- Efecto del tamaño del molde y del agregado.
- Efecto de las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba.

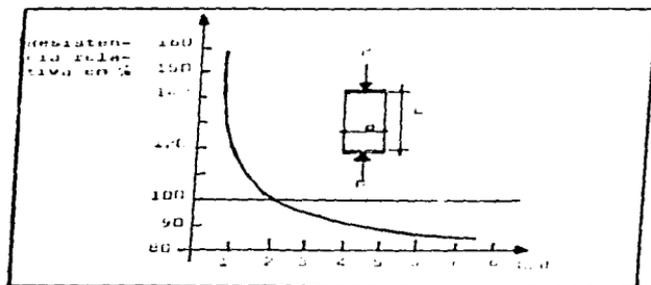


FIGURA 3.1 EFECTO DE LA RELACIÓN DE ESBELTEZ

CAPÍTULO 3

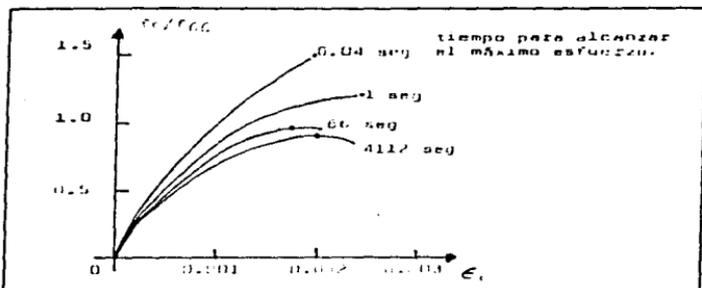


FIGURA 3.2 EFECTO DE LA VELOCIDAD DE CARGA

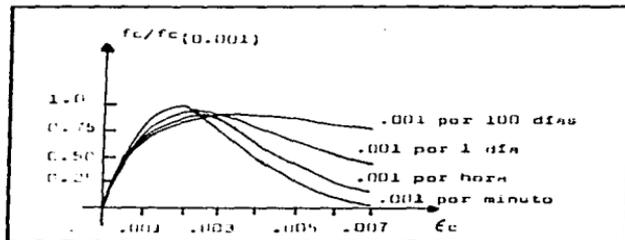


FIGURA 3.3 EFECTO DE LA VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN

CAPITULO 3

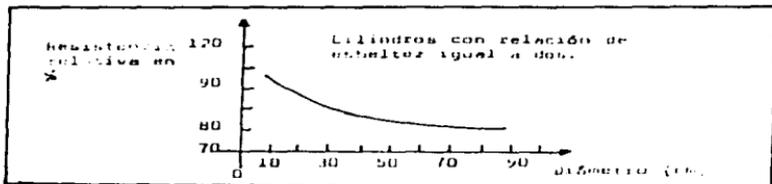


FIGURA 3.4 EFECTO DEL TAMAÑO DEL ESPECIMEN SOBRE LA RESISTENCIA

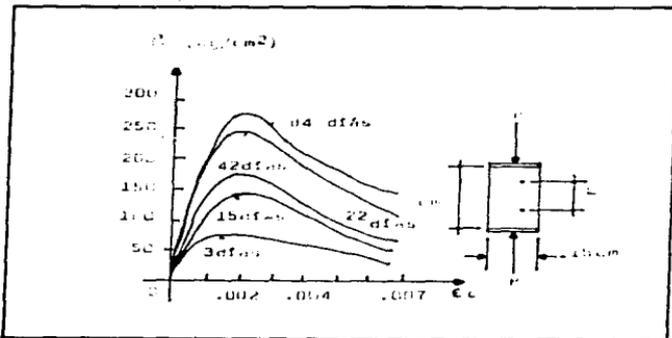


FIGURA 3.5 EFECTO DE LA EDAD AL ENSAYAR LA RESISTENCIA

CAPÍTULO 3

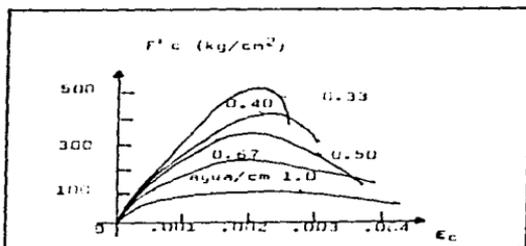


FIGURA 3.6 EFECTO DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

CAPÍTULO 3

Otro fenómeno que se debe mencionar en esta prueba, es el tipo de falla que se presenta en los especímenes de concreto, y que generalmente es de dos tipos:

- a) Cónica, en el caso de muestras cilíndricas, y
- b) Piramidal o en forma de reloj de arena, en el caso de muestras cúbicas.

Estas fallas se ilustran en la figura 3.7 inciso a y b, y a diferencia de la prueba de tensión, durante la prueba de compresión no es fácil destruir cualquier material. La forma de la fractura de las muestras comprimidas depende de la magnitud de las fuerzas de fricción de contacto. Si son grandes se da una fractura por medio del corte, obsérvese figura 3.7 inciso c, por el contrario si son pequeñas la fractura se produce por separación longitudinal, obsérvese el inciso de la misma figura.

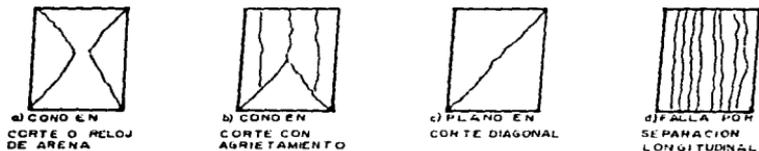


FIGURA 3.7 TIPOS DE FRACTURA POR COMPRESIÓN EN CONCRETO

CAPÍTULO 3

ANTECEDENTES

Se deberá verificar que el espécimen tenga las dimensiones normadas, por lo general se usan muestras de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. La resistencia (f'_c) se calculará para 250 kg/cm², con un agregado máximo de 3/4 de pulgada.

ELABORACIÓN DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

EQUIPO:

- Molde cilíndrico de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.
- Varilla de punta de baía.
- Aceite hidráulico.
- Cucharón.
- Charola grande.
- Cuchara de albañil.
- Regla metálica para enrasar.
- Báscula.
- Lápiz de color.

MATERIALES:

- Grava bien graduada, con tamaño máximo de agregado de 3/4 de pulgada.
- Arena cernida de 1.2 mm de diámetro máximo.
- Cemento gris normal.
- Agua limpia.

CAPÍTULO 3

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR LOS CILINDROS DE CONCRETO

- 1.-Se limpia el molde y se engrasa perfectamente, cuidando de no dejar residuos de ningún material. Foto 1.
- 2.-Se elabora una mezcla que proporcione un concreto $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, teniendo especial cuidado en la dosificación de la mezcla.
- 3.-Vertir los elementos de la mezcla en la charola y uniformizar con el cucharón y con la cuchara de albañil. Foto 2.
- 4.-Realizada la mezcla, se vierte en el cilindro, de manera que éste se llene en por lo menos tres capas de la mezcla. Foto 3.
- 5.-Vibrar el concreto utilizando la varilla punta de bala, introduciéndola 25 veces en forma concéntrica, de una manera uniforme en toda la superficie. Foto 4.
- 6.-Para el acabado de la base superior del cilindro, vertir en la última capa una cantidad mayor de concreto de la capacidad del molde, inmediatamente enrasar con la regla metálica y afinar la superficie utilizando la cuchara de albañil. Foto 5.
- 7.-Cubrir el espécimen con una franela saturada de agua, evitando que pierda humedad. Dejar reposar durante 24 horas, antes de ser descimbrado. Foto 6.
- 8.-Después de 24 horas de elaborado el espécimen, se extrae del molde, se registra con un número de serie y la fecha de elaboración. Posteriormente el cilindro se protege de la pérdida de humedad en el cuarto de curado, a una temperatura de 21 a 25 °C, o inmerso en una pileta con agua hasta el día anterior a su ruptura. Foto 7.

APOYO DIDACTICO EN DISEÑOS DE LABORATORIO PARA LA ACOMODACION Y
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 3



FOTO 1

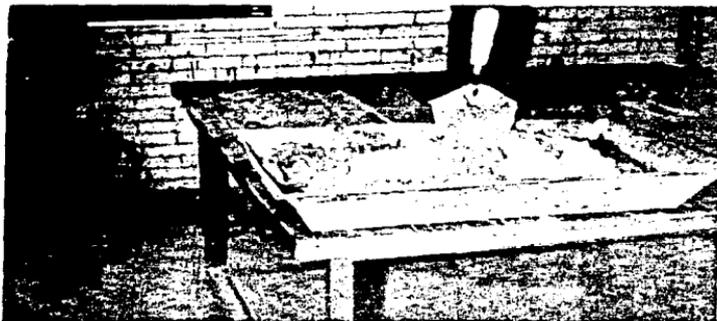


FOTO 2

CAPITULO 3



FIGURA 3



FIGURA 4

APOYO DIDÁCTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA APLICACIÓN DE
INTRODUCCIÓN AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 3



FOTO 5



FOTO 6

AYUDA DIDACTICA EN DIBUJOS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 3



FOTO 7

CAPÍTULO 3

CABECEO DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

Una vez elaborado el espécimen, se procede a darle un terminado especial a las bases de los extremos del cilindro de concreto, utilizando azufre derretido y equipo específico para tal fin. A continuación se describe un método para realizar un cabeceo aceptable.

MATERIAL

- Cilindro de concreto de 15X30cm.
- Azufre en polvo.
- Aceite hidráulico
- Brocha

EQUIPO:

- Equipo para cabeceo.
- Cuchara de albañil.
- Recipiente metálico para fundir azufre.
- Estufa de gas.
- Cinzel y martillo.
- Cepillo con cerdas de alambre.
- Báscula.

CAPÍTULO 3

PROCEDIMIENTO DE CABECEO:

- 1.-Se extraen los cilindros del cuarto de curado o de la pilota con agua (un día anterior).**
- 2.-Cepillar las superficies de las bases de los especímenes, en el caso de presentar partículas sueltas.**
- 3.-Aplicar una capa de aceite sobre la base del equipo de cabeceo.Foto 8.**
- 4.-Proceder a fundir el azufre, para verterlo en la base del equipo de cabeceo, hasta 3/4 de su altura aproximadamente. Foto 9.**
- 5.-Inmediatamente antes de que se cristalice el azufre, se coloca el cilindro presionándolo contra la placa. Retirar el cilindro cuando el azufre se haya cristalizado. Foto 10.**
- 6.-Retirar los excedentes de azufre de los bordes del cilindro. Cerciorarse de que no existan huecos u otros defectos en la superficies de las bases del espécimen. De ser así despegar la capa de azufre, volver a fundir e iniciar de nuevo el procedimiento hasta lograr el cabeceado correcto. Foto 11.**

APOYO DIDÁCTICO EN VISITAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 3



FOTO 3



FOTO 4

APOYO DIDACTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 3



FOTO 10

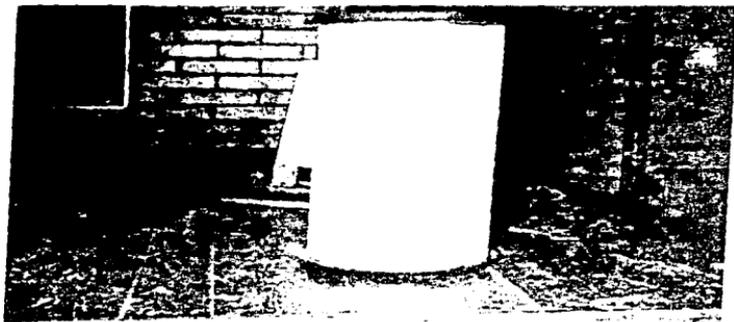


FOTO 11

CAPÍTULO 3

REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO

EQUIPO:

- Máquina Universal
- Compresómetro (dispositivo que mide la deformación del cilindro de concreto, al someterlo a carga axial, foto 12.

MATERIAL

- Cilindro de concreto $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, cabeceado y con 7 días de edad.
- Cilindro de concreto $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, cabeceado y con 14 días de edad.
- Cilindro de concreto $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, cabeceado y con 28 días de edad.

DESARROLLO

- 1.-Determinar las dimensiones del cilindro: altura, diámetro y peso, anotándolo en la hoja de registro.
- 2.-Colocar el compresómetro al cilindro. Foto 12.
- 3.-Centrar el cilindro con el dispositivo de carga de la máquina universal.
- 4.-El compresómetro debe quedar a la vista para facilitar las lecturas de las deformaciones.
- 5.-Ajustar en ceros el compresómetro y la máquina universal, seleccionando el rango de carga de esta última.
- 6.-Cuando el espécimen llega a la primera grieta, se retira el compresómetro, se anotan las lecturas de carga y deformación correspondientes, y se dibuja la falla. Foto 13.
- 7.-En base a los datos obtenidos se construye una gráfica de esfuerzo-deformación unitaria para cada cilindro.

CAPITULO 3



FOTO 12



FOTO 13

CAPÍTULO 3

CÁLCULO TEÓRICO PREVIO.

Para cada espécimen se calculará: el índice de resistencia, la deformación relativa y el módulo de elasticidad por medio de las siguientes ecuaciones:

a) $f_c = P/A$. Para determinar el índice de resistencia a la compresión de los cilindros de prueba donde P : es la carga aplicada en kgs y A : el área de la sección circular del cilindro en cm^2

b) $\epsilon = (h_0 - h_f) / h_0$. Para determinar la deformación relativa donde h_0 : es la altura inicial del cilindro en cms y h_f es la altura final del cilindro en cms.

c) $E_c = 12,000 (f_c)^{1/2}$. Para determinar el módulo elástico del material de cada cilindro.

EXPERIENCIA Nº 106 - LA DEFORMACION DE CONCRETO

TABLA DE DATOS DE PRUEBA DE COMPRESION EN CILINDROS DE CONCRETO

PROYECTO: FESIS	FECHA: 9 de Enero de 1997	ESPECÍMEN: L-1
FECHA DE COLADO: 2 de Enero de 1997	Edd: 7.00m	
TIPO DE CONCRETO: Normal	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	
TAMAÑO DE AGREGADO MÁXIMO: 3.75"	FECHA DE CILINDRO: 10.7.96	
DIÁMETRO DEL CILINDRO: 15.24 cm	ALTO DEL CILINDRO: 30.47 cm	

CARGA (kg)	DEFORMACION PARALELA (cm)	LONGITUD (mm)	DEFORMACION RELATIVA (%)
1000	0.002	55.5	0.00004
2000	0.005	55.5	0.00016
3000	0.009	55.5	0.00032
4000	0.012	55.5	0.00040
5000	0.016	55.5	0.00056
6000	0.021	55.5	0.00072
7000	0.025	55.5	0.00080
8000	0.030	55.5	0.00100
9000	0.035	55.5	0.00116
10,000	0.039	55.5	0.00130
11,000	0.045	55.5	0.00150
12,000	0.054	55.5	0.00180
13,000	0.061	55.5	0.00200
14,000	0.071	55.5	0.00230
15,000	0.076	55.5	0.00250
16,000	0.082	55.5	0.00270
17,000	0.095	55.5	0.00310
18,000	0.106	55.5	0.00350
19,000	0.116	104.4	0.00400
20,000	0.127	109.9	0.00450
21,000	0.145	115.4	0.00540
22,000	0.160	120.9	0.00600
24,000	0.175	126.4	0.00670
24,000	0.192	131.9	0.00800
25,000	0.215	137.4	0.00900
26,000	0.240	142.9	0.01050
27,000	0.275	148.4	0.01200
27,000	0.300	153.9	0.01350

RESULTADOS:
 CARGA A LA RUPTURA: 27,000 kg
 $f'c$ OBTENIDO: 150 kg/cm²
 LECTORA DEL COMPRESÓMETRO: 0.01 cm

TIPO DE FALLA OBTENIDA



FALLA EN LLORTE

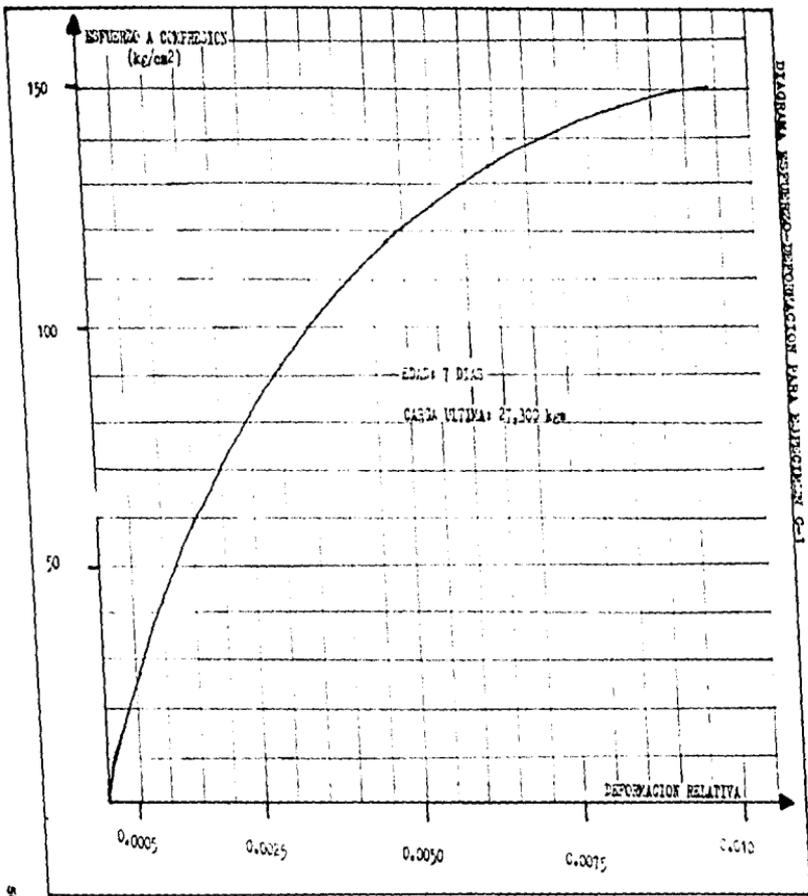


DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACION PARA EJEMPLO N.º 1

COMPRESION SIMPLE: LA FALTA MAS DEL CONCRETO

PRUEBA DE FALTA EN CILINDROS DE CONCRETO			
PRUEBAS TIPO:		FECHA: 10 de mayo de 1997 EXPERIMENTAL: C-2	
FECHA DE COLADO: 2 de mayo de 1997		LARGO: 14.85 cm	
TIPO DE CONCRETO: NORMAL		f'c = 250 kg/cm ²	
TANQUE DE ACRILADO MAXIMO: 3/4"		PESO DEL CILINDRO 10.7 kg.	
DIAMETRO DEL CILINDRO: 15.22 cm		ALTURA DEL CILINDRO: 30.47 cm	
CARGA (kg.)	DEFORMACION PARCIAL EN (mm)	ESPESOR ZB (mm)	DEFORMACION RELATIVA (d)
1,500	0.000	6.2	0.0000
3,000	0.003	20.4	0.0011
4,500	0.007	24.7	0.0022
6,000	0.009	27.9	0.0033
7,500	0.015	42.2	0.0050
9,000	0.020	49.2	0.0066
10,500	0.025	57.7	0.0080
12,000	0.030	65.9	0.0010
13,500	0.038	72.2	0.0012
15,000	0.043	82.2	0.0014
16,500	0.050	93.7	0.0016
18,000	0.055	98.9	0.0018
19,500	0.061	107.4	0.0020
21,000	0.071	114.4	0.0023
22,500	0.065	123.6	0.0028
24,000	0.091	131.9	0.0030
25,500	0.100	140.1	0.0033
27,000	0.115	148.4	0.0037
28,500	0.131	156.6	0.0042
30,000	0.150	164.9	0.0050
31,500	0.176	173.1	0.0058
33,000	0.195	182.4	0.0064
34,500	0.238	189.6	0.0076
35,000	0.256	192.3	0.0084

RESULTADOS: CARGA A LA RUPTURA: 35,000 kilogramos. f'c OBTENIDO: 192.3 kg/cm ² LECTURA DEL COMPRESIMETRO: 0.007 cm		
TIPO DE FALLA OBTENIDA		FALLA EN CORTE

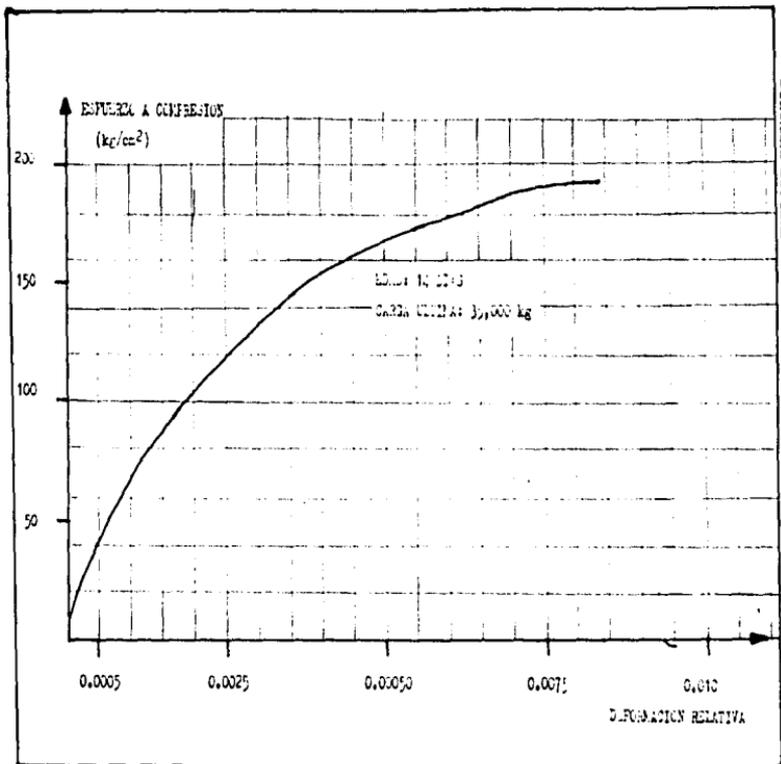


DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACION PARA ESPECIMEN C-2

COMPRESION SIMPLE EN CILINDROS DE CEMENTO

INFORME DE DATOS DE PRUEBA DE COMPRESION EN CILINDROS DE CEMENTO

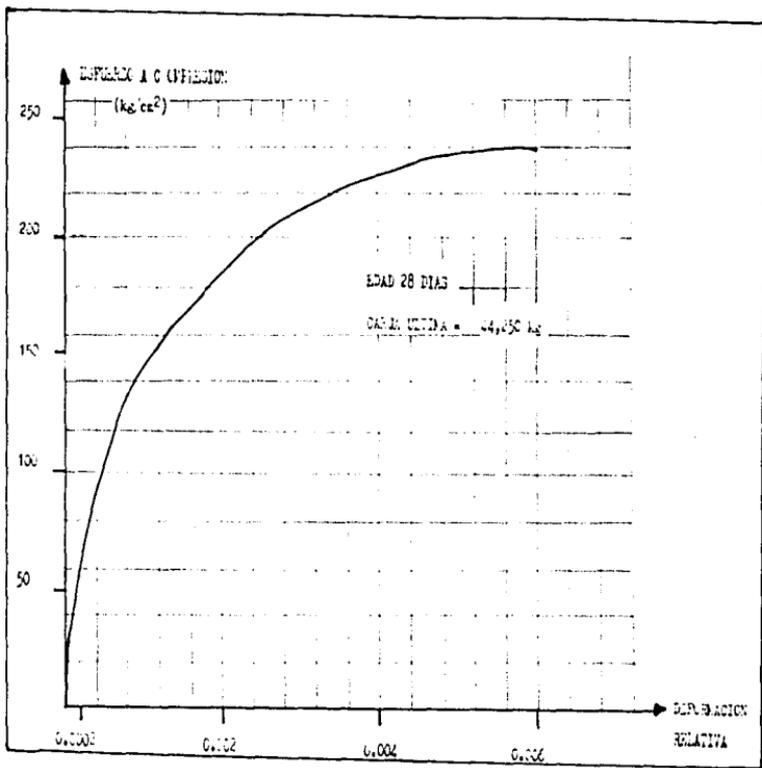
PRUEBA: 1824		FECHA: 30 de Enero de 1997		ESPECIMEN: C-1	
FECHA DE CURADO: 2 de Enero de 1997		EDAD: 28 días			
TIPO DE CEMENTO: ROMEO		$f'_{c} = 250 \text{ kg/cm}^2$			
TAMAÑO DE AGREGADO MAXIMO: 3/4"		PESO DE CEMENTO: 10.8 kg			
DIAMETRO DEL CILINDRO: 15.22 cm		ALTEZA DEL CILINDRO: 30.47 cm			
CARGA (kg)	DEFORMACION PARALELA (cm)	ESFUERZO (kg/cm ²)	DEFORMACION RELATIVA (C)		
1,500	0.003	8.2	0.00020		
3,000	0.006	16.4	0.00040		
4,500	0.009	24.6	0.00060		
6,000	0.012	32.8	0.00080		
7,500	0.015	41.1	0.00100		
9,000	0.018	49.3	0.00120		
10,500	0.021	57.5	0.00140		
12,000	0.024	65.7	0.00160		
13,500	0.027	74.0	0.00180		
15,000	0.029	82.2	0.00190		
16,500	0.030	90.4	0.00192		
18,000	0.031	98.6	0.00196		
19,500	0.033	106.9	0.00198		
21,000	0.035	115.1	0.00200		
22,500	0.036	123.3	0.00200		
24,000	0.021	131.5	0.00170		
25,500	0.027	139.7	0.00180		
27,000	0.030	148.0	0.00180		
28,500	0.035	156.2	0.00190		
30,000	0.040	164.4	0.00190		
31,500	0.047	172.6	0.00190		
33,000	0.053	180.9	0.00170		
34,500	0.060	189.1	0.00200		
36,000	0.070	197.3	0.00230		
37,500	0.085	205.5	0.00260		
39,000	0.095	213.7	0.00310		
40,500	0.105	222.0	0.00340		
42,000	0.125	230.2	0.00410		
44,250	0.185	242.5	0.00600		

RESULTADOS: -CARGA A LA RUPTURA: 44,250 kilogramos
 - f'_{c} OBTENIDA: 242.5 kg/cm²
 -LECTURA DEL COMPRESOMETRO: 0.004 cm

TIPO DE FALLA OBTENIDA



FALLA EN CORTE



CAPÍTULO 3

CONCLUSIONES DE LA PRUEBA DE COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO

EN LA SIGUIENTE TABLA SE MUESTRAN ALGUNAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS OBTENIDAS EN LOS TRES ESPECÍMENES DE CONCRETO.

NÚMERO DE REGISTRO	E D A D		f _c (kg/ cm ²)		MÓDULO DE ELASTICIDAD	DEFORMACIÓN UNITARIA
	DÍAS	TEÓRICO	REAL	(E _c en kg/cm ²)	(%)	
C-1	7	250	150	146.969	0.98	
C-2	14	250	192.3	166.406	0.84	
C-3	28	250	242.5	186.869	0.60	

En la tabla se observa que las resistencias reales y teóricas varían mucho, debido a varios factores como pueden ser:

- Falla en la dosificación y en la relación agua-cemento.
- El proceso de fraguado (por las condiciones ambientales).
- Proceso de curado.
- Alguna variaciones en los procedimientos de ensayo como: el cabeceo incorrecto o la deficiencia en la aplicación de velocidad de carga.

CAPÍTULO 3

De la tabla de resultados se concluye:

- Que el acortamiento disminuye al aumentar la resistencia.
- El módulo elástico aumenta con la resistencia y edad del cilindro.
- La deformación del cilindro disminuye al aumentar la resistencia a la compresión del concreto.

Algunos factores que afectan a la resistencia del concreto es por ejemplo la edad de los especímenes, porque al aumentar la edad aumenta la resistencia en el concreto.

Otro factor es el tipo de cemento utilizado, variando por lo regular su resistencia en cementos de tipo I y los de tipo II.

La velocidad de carga elegida, es también fundamental, se observa que al seleccionar un nivel alto de velocidad, obtendremos elevadas resistencias, siendo recomendable utilizar velocidades lentas de carga a fin de obtener valores más estables y confiables.

El cabeceo con diversas sustancias en las bases de los especímenes, afecta también a la resistencia, debido a que estas sustancias no tendrán la misma resistencia que el concreto ensayado porque evidentemente no son homogéneas al material.

CAPÍTULO 4

TENSIÓN INDIRECTA EN CILINDROS DE CONCRETO

OBJETIVOS:

-Someter a tensión indirecta tres cilindros de las siguientes características:

- a) Cilindro de concreto simple $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ de 7 días de edad.**
- b) Cilindro de concreto simple $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ de 14 días de edad.**
- c) Cilindro de concreto simple $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ de 28 días de edad.**

Observando en cada uno su falla, al llevarlos a su carga máxima.

-Obtener la resistencia a tensión en cada cilindro.

-Comparar los resultados obtenidos en los tres especímenes ensayados.

CAPÍTULO 4

INTRODUCCIÓN

Se ha observado en ensayos de flexión sobre vigas de concreto, que este material es frágil, que tiene poca resistencia a tensión, por lo tanto es complicado reproducir un ensayo donde se determine la tensión.

Anteriormente se habían reproducido en laboratorio pruebas confiables, pero que invertían mucho tiempo y cuidado, en las cuales era necesario que la sección transversal del espécimen cambiara gradualmente, para evitar fallas prematuras debidas a concentraciones de esfuerzos. La curva esfuerzo-deformación de concreto en tensión representada en la figura 5.1 se obtuvo de ensayar un espécimen rectangular, variable a lo largo del mismo. Para ensayar dicho espécimen fue necesario fijarlo a la máquina de prueba, utilizando placas pegadas con resinas a los extremos del espécimen, las que a su vez fueron atornilladas a la máquina.

Para el concreto en tensión uniaxial, 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.

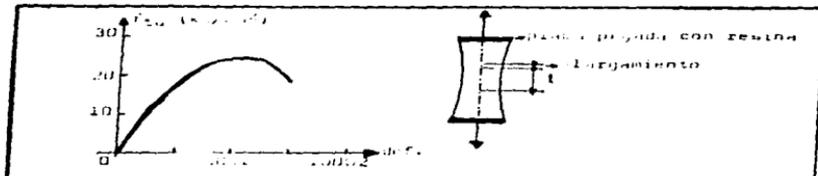


FIGURA 4.1 CURVA ESFUERZO-DEFORMACIÓN EN TENSIÓN UNIAXIAL

CAPÍTULO 4

El estudio de la compresión y tensión en especímenes ensayados, podrían hacer creer que en ambos tipos de resistencia están estrechamente relacionados, pero no hay proporcionalidad y la relación depende del nivel general de resistencia. En otras palabras al aumentar la compresión, la tensión aumenta pero en grado cada vez menor.

Son varios los factores que afectan esta relación, por ejemplo el efecto benéfico del agregado grueso triturado favorece a la flexión, pero parece que las propiedades del agregado fino también influyen. La relación se ve afectada por la granulometría del agregado.

La edad es una importante variante, en la cual se ha observado que después de un mes la tensión aumenta mas lentamente en especímenes de concreto. Esto concuerda con la tendencia general de que la relación disminuye con un incremento en la resistencia a la compresión.

La resistencia a tensión del concreto es más sensible a un curado inadecuado que la de compresión, tal vez debido a que los efectos de una contracción no uniforme sobre las vigas probadas a tensión son muy graves. Por lo tanto , el concreto curado al aire libre tiene una relación entre las resistencias menor que la del concreto curado en condiciones húmedas.

CAPÍTULO 4

En vista de los numerosos factores que influyen en la relación de resistencia, no causa sorpresa el que no haya una relación simple de aplicación general. Los datos obtenidos en los laboratorios de Portland Cement Association, se observan en la tabla 4.1

RESISTENCIA A COMPRESIÓN**	RELACIÓN ENTRE FLEXIÓN/COMPRESIÓN	RELACIÓN ENTRE TENSIÓN DIRECTA/COMPRESIÓN	RELACIÓN ENTRE TENSIÓN DIRECTA/FLEXIÓN
70	0.23	0.11	0.48
140	0.19	0.10	0.53
210	0.16	0.09	0.57
280	0.15	0.09	0.59
350	0.14	0.08	0.59
420	0.13	0.08	0.60
490	0.12	0.07	0.61
560	0.12	0.07	0.62
630	0.11	0.07	0.63

TABLA 4.1 RELACIONES ENTRE LAS RESISTENCIAS DE COMPRESIÓN, TENSIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO.

** DETERMINADA MEDIANTE CARGAS APLICADAS EN LOS TERCIOS DEL CILINDRO

** ENBAYADA EN CILINDROS DE CONCRETO 14x30 CM

En el año de 1948 en Brasil y casi al mismo tiempo en Japón, idearon un procedimiento de ensaye indirecto en tensión, que se conoce como el ensaye brasileño. En esencia consiste en someter un cilindro a compresión lineal diametral, como se muestra en la figura 4.2. Donde la carga se aplica a través de un material relativamente suave, como triplay o corcho. La resistencia en tensión se calcula con la fórmula:

$$(f_{tb})_{max} = 2P/\pi dl$$

donde: P = carga máxima

d = diámetro del espécimen

l = longitud del espécimen

CAPÍTULO 4

En realidad el concreto no es elástico y además, la resistencia en tensión que se mide no es la resistencia de tensión uniaxial, sin embargo, lo que se pretende es tener una medida de la resistencia del concreto a tensión por medio de un ensayo fácil y reproducible por muchos operadores en distintas regiones. Esto se logra satisfactoriamente con el ensayo brasileño. La prueba brasileña es fácil de efectuar y produce resultados más uniformes que otras pruebas de tensión que se presentan en la tabla 4.2.

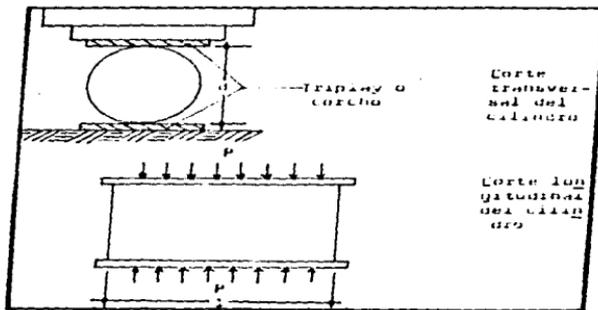


FIGURA 4.2 ESQUEMA GENERAL DE ENSAYE

CAPÍTULO 4

La resistencia determinada en la prueba brasileña es, según se cree, más apegada a la verdadera resistencia a la tensión del concreto que el módulo de ruptura; la resistencia a la tensión por separación longitudinal es de 5 al 12 % más alta que la resistencia a la tensión directa. Otras de las ventajas de la prueba brasileña consiste en que puede usarse el mismo tipo de muestra para la prueba de compresión.

TIPO DE PRUEBA	RESISTENCIA MEDIA (kg/cm ²)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN LA DOSIFICACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACION %
BRASILEÑA	28	1.3	5
TENSION DIRECTA	19	1.4	7
MÓDULO DE RUPTURA	4.3	2.5	6

TABLA 4.2 Variabilidad de los resultados de prueba sobre la resistencia a tensión del concreto.

Para concretos fabricados con agregados de Santa Fe (cd. de México) la relación entre las resistencias de compresión y tensión, obtenida del ensayo brasileño, esta dada por la expresión: $(f_{tb})_{max} = 6 \text{ kg/cm}^2 + 0.06 f_c$, válida para $150 \text{ kg/cm}^2 < f_c < 450 \text{ kg/cm}^2$. Donde $(f_{tb})_{max}$: es resistencia a tensión del ensayo brasileño.

f_c : es resistencia a compresión de un cilindro 15X30 cm

Esta expresión es sólo aproximada, y se presenta para dar una idea de los órdenes de magnitud relativos. Para valores bajos de f_c , la resistencia a tensión es del orden de $0.10 f_c$, mientras que para valores altos disminuye a $0.07 f_c$. En la tabla 4.3 se presentan algunos valores que implican la relación entre la resistencia a compresión en cilindros de concreto y su resistencia a tensión, dentro de los rangos de 150 a 450 kg/cm², utilizando las expresiones de $(f_{tb})_{max} = 6 \text{ kg/cm}^2 + 0.06 f_c$.

CAPÍTULO 4

El conocimiento de la resistencia a tensión en el concreto es importante para el diseño de tensión diagonal y para otros tipos de comportamiento, en donde la tensión es el fenómeno predominante.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE EN CILINDROS DE CONCRETO DE 15x30 CM KG/CM ²	RESISTENCIA EN TENSIÓN INDIRECTA (PRUEBA BRASILEÑA) EN CILINDROS DE CONCRETO DE 15x30 CM KG/CM ²
150	15
200	18
250	21
300	24
350	27
400	30
450	33

TABLA 4.3 RELACIÓN ENTRE RESISTENCIAS DE COMPRESIÓN Y TENSIÓN

CAPÍTULO 4

ANTECEDENTES

Se deberá verificar que el espécimen tenga las dimensiones normadas, por lo general se utilizan muestras de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, la resistencia proyectada será de 200 kg/cm² (F_c), con un agregado máximo de 3/4".

ELABORACIÓN DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

EQUIPO:

- Molde cilíndrico de 15X30 cm.
- Varilla punta de bala.
- Aceite hidráulico.
- Cucharón.
- Charola grande.
- Cuchara de albañil.
- Regla metálica para enrasar.
- Báscula.

EQUIPO:

- Grava bien graduada, con tamaño de agregado máximo de 3/4".
- Arena cernida de 1.2 mm de diámetro máximo.
- Cemento gris normal.
- Agua limpia.

CAPITULO 4

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR LOS CILINDROS DE CONCRETO

- 1.-Se limpia el molde y se engrasa perfectamente, cuidando de no dejar residuos de ningún material. Foto 1.
- 2.-Se elabora una mezcla que proporcione un concreto de $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ teniendo especial cuidado en la dosificación de la mezcla.
- 3.-Vertir los elementos de la mezcla en la charola y uniformizarla con ayuda del cucharón y la cuchara de albañil. Foto 2.
- 4.-Realizada la mezcla se vierte en el cilindro, de manera que éste se llene en por lo menos tres capas de la mezcla. Foto 3.
- 5.-Vibrar el concreto utilizando la varilla punta de bala, introduciéndola 25 veces aproximadamente, y en forma concéntrica, debiendo ser uniforme en toda la superficie. Foto 4.
- 6.-Para el acabado de la base superior del cilindro, vertir en la última capa una cantidad mayor de concreto de la capacidad del molde, inmediatamente engrasar con la regla metálica, y afinar la superficie con ayuda de la cuchara de albañil. Foto 5.
- 7.-Cubrir el espécimen con una franela saturada de agua, evitando que pierda humedad. Dejar reposar 24 horas después de elaborado el espécimen antes de ser descimbrado. Foto 6.
- 8.-Después de 24 horas se extrae el espécimen del molde, registrándolo con un número de serie y la fecha de elaboración, posteriormente se protege de la pérdida de humedad en el cuarto de curado, a una temperatura de 21 a 25 ° C, o en su defecto, inmerso en una pileta de agua, hasta el día de su ruptura. Foto 7.

**APOYO DIDÁCTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES**

CAPÍTULO 4



FOTO 1



FOTO 2

ALFARO REAPARECE EN BUENOS AIRES DESPUES DE ESTAR EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DEL
INTERIOR POR ALGUN TIEMPO EN EL DEPARTAMENTO DE

CAPITULO 4



FOTO 3



FOTO 4

APOYO DIDÁCTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 4



FOTO 5



FOTO 6

ALFARO, DIJERON EN UN MOMENTO DE CALOR QUE LAS BOMBAS LAS ACOMPAÑARON EN
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE FIATRELLA E

CAPITULO 4



F0107

CAPÍTULO 4

REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE TENSIÓN INDIRECTA EN CILINDROS DE CONCRETO

EQUIPO:

- Máquina universal.
- Dispositivo de carga.
- Vernier.
- Flexómetro.

MATERIAL:

- Tres cilindros de concreto $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$, con edades de 7, 14 y 28 días.
- Dos tiras de madera de triplay de 3mm de espesor, 15cm de ancho y 32 cm de longitud.

CAPITULO 4

DESARROLLO:

- 1.-Se dibuja una línea diametral a cada extremo del espécimen, asegurándose de que las líneas estén totalmente verticales en el mismo plano diametral. Fotos 1 y 2.
- 2.-Con el vernier se miden tres diámetros a lo largo del cilindro de concreto, calculándose el promedio del diámetro. Las lecturas se harán con una aproximación de 1 mm., asegurándose que estén en línea vertical y en el mismo plano diametral marcado en los extremos.
- 3.-Se aplica la carga en forma continua, sin impacto y a velocidad constante, de tal forma que se logren esfuerzos de tensión por compresión diametral.
- 4.-Se registra la carga máxima aplicada, en el momento de la falla y se calcula la resistencia a tensión por compresión diametral con la ecuación descrita en la teoría. Fotos 3 y 4.
- 5.-Se observa la falla del cilindro. Fotos 5 y 6.

CAPITULO 4



FOTO 1

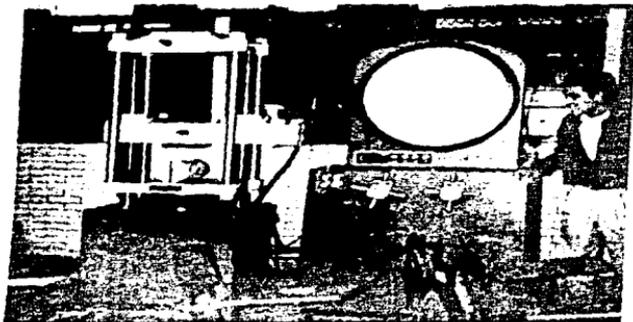


FOTO 2

ANEXO DIDACTICO EN PROCESO DE LAS BASES PARA LA ARMATORIA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 4



FOTO 3



FOTO 4

APROVA DEDUCTIVO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 4

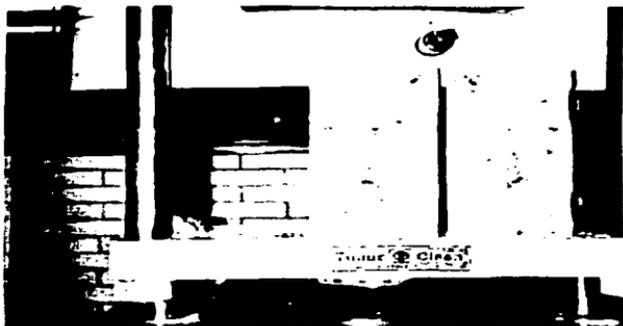


FOTO 5



FOTO 6

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES DE LA PRUEBA DE TENSIÓN INDIRECTA EN CILINDROS DE CONCRETO

CARACTERÍSTICAS	CILINDRO 1	CILINDRO 2	CILINDRO 3
DIMENSIONES (cm)	15x30	15x30	15x30
PESOS (kg ^s)	10.65	10.63	10.55
f _c PROYECTADO (kg/cm ²)	200	200	200
TIPO DE CONCRETO	NORMAL	NORMAL	NORMAL
TAMANO MAX. AGREGADO (")	3/4	3/4	3/4
Nº. DE SERIE DE MUESTRA	C-1	C-2	C-3
EDAD (días)	7	14	28
CARGA REGISTRADA (kg ^s)	5,025	10,750	11,850
ESFUERZO A TENSIÓN (kg/cm ²)	7.10	15.2	16.76

NOTA. FÓRMULA PARA ESFUERZO A TENSIÓN: $(f_{tb})_{max} = 2P/\pi ld$

Como se observa en el informe de datos, el cilindro de concreto de 7 días alcanzó una tensión de 7.10 kg/cm², este resultado es justificable ya que el concreto a compresión axial alcanza su resistencia hasta los 28 días de edad, concluyéndose así que la resistencia tanto de tensión como de compresión varían según la edad, sin tener una proporcionalidad entre ambas, esto se verifica más claramente en la resistencia en tensión que alcanzó el espécimen número dos, que es de 15.2 kg/cm², y para el número tres es 16.76 kg/cm², observándose que entre el cilindro 2 y 3 no hubo aumento considerable en la resistencia, como lo hubiese habido en la compresión axial, por lo que cabe mencionar que al aumentar la resistencia a compresión, también aumenta la de tensión, pero en grado cada vez menor.

Esta prueba es relativamente sencilla, incluso se pueden utilizar las muestras destinadas a ensayos de compresión axial, sin el correspondiente procedimiento de cabeceo, haciéndola más práctica aún, y con la confianza de que ésta prueba es la que más se acerca a los resultados exactos, incluso que la misma prueba de tensión directa.

CAPÍTULO 5

TENSIÓN EN ACERO DE REFUERZO

OBJETIVOS:

-Someter a tensión axial especímenes de acero de refuerzo de las siguientes características:

- a) Varilla de 3/8 de pulgada y 60 cm de longitud.
- b) Varilla de 1/2 de pulgada y 60 cm de longitud.

-Calcular la resistencia de tensión de cada varilla al llevarla a la carga última.

-Observar la falla de las varillas, y clasificar el tipo de falla que se presenta en el material.

-Medir las deformaciones de cada varilla, para elaborar un diagrama de esfuerzo-deformación, para poder clasificar el espécimen en cuestión. Es decir saber si es un material laminado en caliente o rolo en frío.

CAPÍTULO 5 INTRODUCCIÓN

El acero es un producto derivado del hierro; que en estado puro se produce combinándolo con carbono y cantidades mínimas de magnesio, fósforo, azufre, silicio, etc. Para ello existen dos métodos: a) procesos en frío, y b) procesos en caliente, los primeros no tienen su límite de fluencia bien definido, en tanto que los segundos sí lo tienen.

Para entender el comportamiento del acero, los diagramas de esfuerzo-deformación nos muestran una valiosa información para entender dicho comportamiento. Si una pieza de acero estructural se somete a una fuerza de tensión, comenzará a alargarse. Al incrementar la fuerza de tensión en forma constante, el alargamiento aumentará de manera constante también, pero entre ciertos límites (figura 5.1).

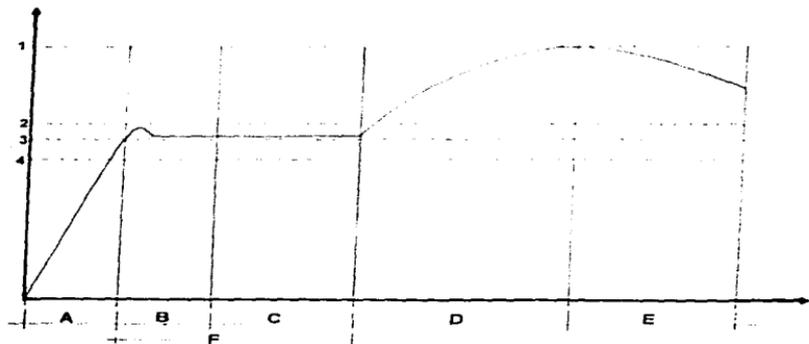


FIGURA 5.1 DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACIÓN DEL ACERO

CAPÍTULO 6

De la figura anterior: 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 tomamos lo siguiente: el esfuerzo está determinado por : $F = P/A$, y la deformación unitaria está por: $\epsilon = \Delta L/L$.

El número 4 indica el LÍMITE ELÁSTICO DE PROPORCIONALIDAD, y es el punto más alto sobre la porción de la 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. Este punto determina el esfuerzo al que corresponde un decisivo alargamiento o deformación, sin un incremento significativo de carga y gráficamente es el primer punto del diagrama donde la tangente a la curva es horizontal.

Una propiedad muy importante del acero, que no se haya cargado más allá de su punto de fluencia, es que recupera su longitud original cuando se ha retirado la carga. Si se lleva la carga más allá del punto de fluencia, sólo se logra recuperar parte de la dimensión original. Si después que la carga se ha retirado, la estructura no recobra sus dimensiones originales, es porque se ha sometido a un esfuerzo mayor que el de su punto de fluencia.

El diagrama esfuerzo-deformación, puede tener ciertas variaciones en el punto del límite de fluencia, y las cuales son:

—EL LÍMITE INFERIOR DE FLUENCIA(3); se presenta cuando se aplica la carga al acero en forma rápida.

CAPÍTULO 5

- LÍMITE SUPERIOR DE FLUENCIA (2): cuando la carga se aplica lentamente se tiene este límite como consecuencia.
- EL ESFUERZO MÁXIMO (1): es el esfuerzo correspondiente a la resistencia final antes de la ruptura.
- FLUENCIA ELÁSTICA (A): es la etapa en la cual la deformación es elástica, es decir que el acero puede regresar a su estado original cuando se ha retirado la carga. Esta deformación ocurre antes del límite de fluencia.
- FLUENCIA PLÁSTICA (F): es la etapa en la que ocurre una deformación plástica, sin el incremento en el esfuerzo y tiene lugar después del punto del límite de fluencia. El acero que se deforma en esta etapa no tiene la capacidad de recuperarse cuando se retira la carga. Esta etapa se divide en dos: a) FLUJO PLÁSTICO RESTRINGIDO (B) y b) FLUJO PLÁSTICO NO RESTRINGIDO (C).
- ZONA DE ENDURECIMIENTO POR DEFORMACIÓN (D): es la etapa en la cual es necesario un esfuerzo adicional para reproducir una deformación mayor, también se lo llama zona de acritud. No se le da importancia a esta zona en el diseño actual, pero las deformaciones totales son del orden de 150 a 200 veces las deformaciones elásticas.
- ETAPA DE ESTRANGULAMIENTO Y FRACTURA (E): 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 (ostrangulamiento) hasta llegar a la falla.

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

CAPÍTULO 5

CARACTERÍSTICAS DEL ACERO DE REFUERZO:

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. Debido a esta característica podría suponerse que la fluencia del acero, sin incremento de esfuerzo, sería una desventaja, pero actualmente se considera de gran utilidad para prevenir fallas prematura. Sin embargo existen ciertos factores ante los cuales se puede comportar frágilmente, llegando incluso a fallar sin que antes haya presentado deformaciones plásticas. Algunos factores que pueden propiciar esta situación son las bajas temperaturas, alto contenido de carbono y composición química incorrecta.

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

- 1.-Resistencia al esfuerzo cortante, es alrededor de 75% de la resistencia a tensión.
- 2.-El módulo de elasticidad del acero es de 2×10^6 kg/cm²
- 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 kg/cm³
- 5.-Su coeficiente de dilatación térmica es de 0.0001m/grado centígrado
- 6.-El acero que se utiliza como refuerzo del concreto tiene un límite de fluencia entre 2,300 y 4,200 kg/cm² para varilla corrugada en frío, y entre 4,000 a 6,000 kg/cm² para varilla corrugada laminada en caliente.

CAPÍTULO 5

FALLA EN EL ACERO

La forma de fallar del acero puede clasificarse en cuanto a su textura y forma de la superficie de falla; como se explica a continuación:

a) Por su forma: la fractura o falla puede ser en cono o cráter o bien plana e irregular. (figuras 5.4 incisos c y d).

b) Por su textura: puede ser sedosa, de grano fino, de grano grueso o granular, fibrosa, astillable, cristalizada, vidriosa, etc., (figura 5.4).

Es importante hacer mención de los dos tipos fundamentales de fractura por esfuerzo a tensión:

1.- Por deslizamiento (corte). Ocurre un alargamiento plástico con una reducción del área transversal considerable, antes de presentarse la fractura. Se dice entonces que el material es dúctil (figura 5.4 incisos b, d y e).

2.- Por separación (agrietamiento). Se observa poco alargamiento plástico y es característico de un material quebradizo (incisos a y c de la figura 5.4).

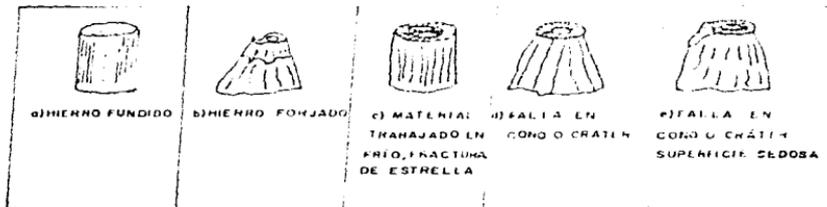


FIGURA 5.4 TIPOS DE FALLA POR TENSION EN DISTINTOS METALES

CAPÍTULO 6

ACERO DE REFUERZO COMERCIAL

El acero para reforzar el concreto se utiliza de distintas formas la más común es la barra o varilla, que se fabrica tanto de acero laminado en caliente, como de acero trabajado en frío. Los diámetros usuales de las varillas producidas en México, varían de 1/4" a 1 1/2". Algunos productores han fabricado barras corrugadas de 5/16" , 3/16", etc., y en otros países se utilizan diámetros mayores aún. En la tabla 5.1 se proporciona una lista de aceros comerciales más comunes en el mercado.

No.	DIÁMETRO NOMINAL		ÁREA mm ²	PESO kg/m	PERÍMETRO mm.	No.DE VARILLAS de 12 m/ton.
	mm	pulgadas				
2.5	7.9	5/16	49	0.384	24.8	217
3	9.5	3/8	71	0.557	29.8	150
4	12.7	1/2	127	0.996	39.9	84
5	15.9	5/8	199	1.55	50.0	53
6	19.1	3/4	287	2.25	60.0	37
7	22.2	7/8	387	3.034	69.7	27
8	25.4	1	507	3.975	79.8	21
9	28.6	1 1/8	642	5.033	89.8	17
10	31.8	1 1/4	794	6.225	99.9	13
11	34.9	1 3/8	957	7.503	109.6	11
12	38.1	1 1/2	1140	8.938	119.7	9

TABLA 5.1 VARILLAS COMERCIALES GRADO 42, CON LIMITE DE FLUENCIA MÍNIMA DE 4,200 KG/CM² Y RESISTENCIA MÍNIMA A TENSIÓN DE 5,300 KG/CM²

CAPÍTULO 5

Una de las pruebas más utilizadas para determinar las propiedades en metales y aleaciones no ferrosas, fundidos, laminados o forjados, es la prueba de TENSIÓN AXIAL.

En esta prueba de laboratorio, el acero de refuerzo es sometido a una carga monoaxial de tensión gradualmente creciente, hasta que ocurre la ruptura del espécimen. La prueba se realiza sujetando los extremos del espécimen, separándolos en una dirección paralela a la carga aplicada.

Para realizar esta prueba se utilizan varillas de acero de distintos diámetros comerciales (3/8", 1/2", 1", 1 1/2"). El análisis se hará por medio de un diagrama de esfuerzo-deformación.

Las varillas no deberán tener deformaciones de su eje longitudinal, fisuras, procesos de oxidación o contaminación de otros materiales, estar ranurada, estriada transversalmente, etc., ya que de lo contrario, las propiedades de la pieza (resistencia, ductilidad, etc.), pueden ser alteradas. Las dimensiones de la varilla son 60 cm de longitud total, de los cuales 20 cms son del tramo de calibración.

El equipo de ensaye es la máquina universal, con dispositivos de montaje que transmiten axialmente la carga sobre el espécimen, esto es, que las mordazas estén alineadas antes y durante la prueba, sin que exista un sólo movimiento de flexión o torsión. Para ello las mordazas deben tener una superficie áspera o estriada (obsérvese la figura 5.2), que evite o reduzca el deslizamiento de la varilla. Además cuando se ensaye una muestra, las mordazas deben apretar en forma de "V" (obsérvese la figura 5.3).

CAPÍTULO 5



FIGURA 5.2 DISPOSITIVOS DE MONTAJE

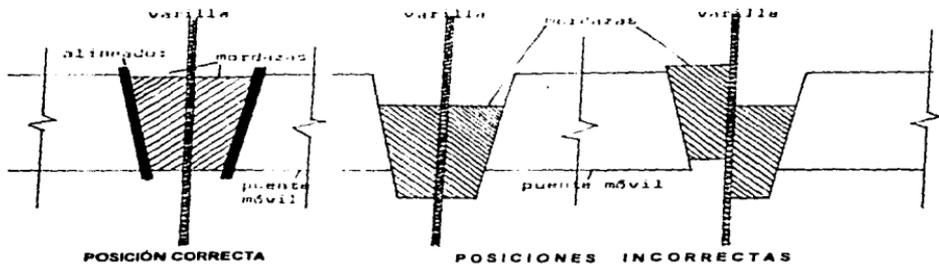


FIGURA 5.3 TIPOS Y POSICIONES DE LAS MORDAZAS

CAPÍTULO 5

RECOMENDACIONES

Se recomienda colocar las mordazas (figura 5.2), junto con alineadores que sean del mismo espesor, para que exista un ajuste adecuado. Las mordazas sujetarán fuertemente cada extremo de la varilla, el tramo de agarre es como mínimo de 10 cm. Es importante también, ajustar en ceros el cuadrante del micrómetro y la carátula de la máquina de ensayo. Además se debe verificar que las varillas no tengan defecto de terminado, que sus dimensiones sean aproximadamente a las indicadas, midiéndolas con vernier. Debe definirse el tramo de calibración, marcando la varilla con rayas muy finas para no dañar el metal, obteniéndose datos erróneos.

Otro detalle que debe tomarse en cuenta es la velocidad de prueba, debiendo ser de tal manera que no sea mayor que aquella a la cual se pueda tomar las lecturas de carga y deformación con buena exactitud. Las pruebas deben de ser a baja velocidad de carga, ya que se necesita leer con precisión la deformación del espécimen. En cuanto a su velocidad se han clasificado en dos tipos de aplicación de carga:

- a) La carga se aplica en incrementos, leyendo carga y deformación al final de cada intervalo.
- b) La carga se aplica a una velocidad lenta, leyendo simultáneamente deformación y carga.

CAPÍTULO 5

REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE TENSIÓN EN ACERO DE REFUERZO

EQUIPO:

- Máquina universal. Foto a
- Juego de mordazas y alineadores. Foto b
- Micrómetro.
- Brazo magnético con extensión.
- Vernier
- Nivel de mano.
- Segueta de diente fino.
- Martillo.

MATERIAL:

- Varilla de acero de refuerzo de 1/2" de diámetro.
- Varilla de acero de refuerzo de 3/8" de diámetro.

DESARROLLO:

- 1.-Determinar las propiedades de la varilla: marca, tipo de material de fabricación, dibujo, longitud total, longitud de los extremos de calibración, diámetro etc. Foto 1
- 2.-Verificar que no tenga defectos la varilla y proceder a marcar, con la segueta de diente fino se marca la longitud del tramo de calibración, también se marca al centro de la varilla. FOTO 2.

CAPÍTULO 5

3.-Tomar la varilla con las mordazas entre sus caras estriadas y no en el filo que tiene en su costado, evitando que se resbale al tensarla.

4.-Marcar la varilla en su filo para poder observar con facilidad. Foto 3.

5.-Colocar las mordazas y alineadores en el puente móvil de la máquina de prueba y fijar la parte superior de la varilla. Apretar ligeramente y asegurarse que las marcas queden bien colocadas y visibles.

6.-Nivelar perfectamente la varilla, apoyando el nivel en el filo de la varilla, de tal forma que los ejes de ésta y el puente de la máquina coincidan, en este caso asegurar el extremo inferior del espécimen al puente móvil de la máquina, apretando fuertemente. Foto 4.

7.-Colocar el brazo magnético con el micrómetro ajustándolo en coros, al igual que el cuadrante de la máquina de prueba. Seleccionar el rango de carga a una velocidad de 150kg/segundo aproximadamente, leer simultáneamente carga y deformación, hasta fallar la varilla. Foto 5.

8.-Una vez fallado el espécimen se unen las dos partes, midiendo con el vernier la deformación del diámetro y con el flexómetro la deformación longitudinal.

9.-Observar el tipo de falla y clasificarla, registrándola en la hoja de datos. Foto 6.

10.-Elaborar un diagrama de esfuerzo-deformación, calculándose de la siguiente forma:

CAPITULO 5

a) Esfuerzo unitario: $e = P/A$ donde:

-e: es el esfuerzo unitario en kgs/cm².

-P: es la carga aplicada en kilogramos.

-A: es el área de la sección transversal de la varilla en cm².

b) Deformación unitaria: $d = d_p/L$ donde:

-d: es la deformación unitaria (adimensional)

-d_p: deformación parcial en cms.

-L: longitud del tramo calibración en cms, en este caso es de 40 cm.

11.-Por último tener cuidado al retirar la muestra ensayada de los puentes, debido a que, por la tensión, el espécimen se aprieta en las mordazas y por lo tanto se dificulta retirarla. Nunca se debe de golpear con martillo al espécimen, o a las manivelas, porque se pueden dañar, con la ayuda de una madera golpear las mordazas superiores por la base inferior y las mordazas superiores por su base superior, sin tocar la varilla.

CAPITULO 5

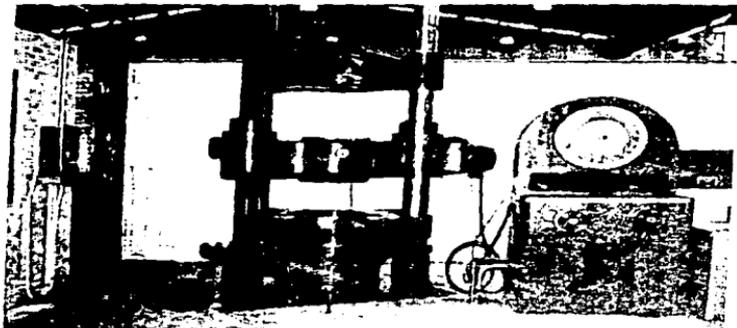


FOTO II

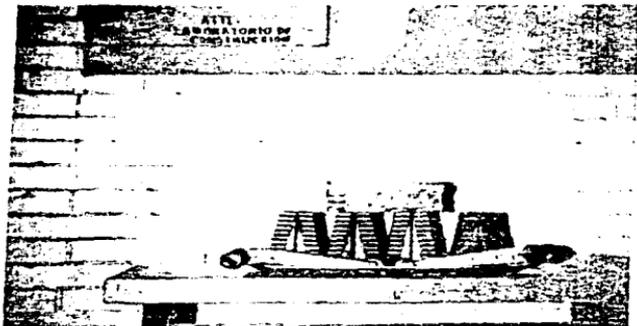


FOTO III

APOYO DIDÁCTICO EN PROGRAMAS DE FUNDAMENTOS PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCIÓN AL COMERCIO EXTERIOR Y EL MAQUILADO

CAPITULO 5



Figura 5



Figura 6

APROVE OBTENIENDO EN DIFERENTES LABORATORIOS DADOS DE ASIGNACIONES DE
INTRODUCCION AL COMERCIO INTERNACIONAL DE PAPELERALES

CAPITULO 5



FOTO 3

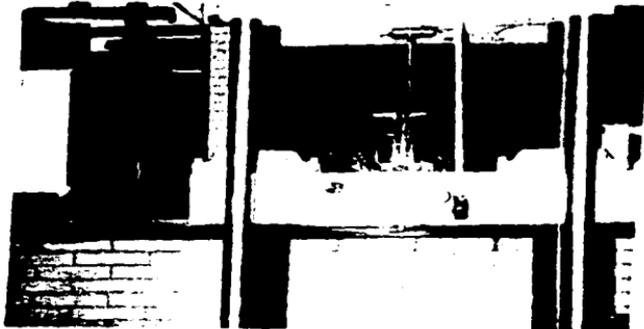


FOTO 4

ANEXO DIDÁCTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCIÓN AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPÍTULO 5



FOTO 5

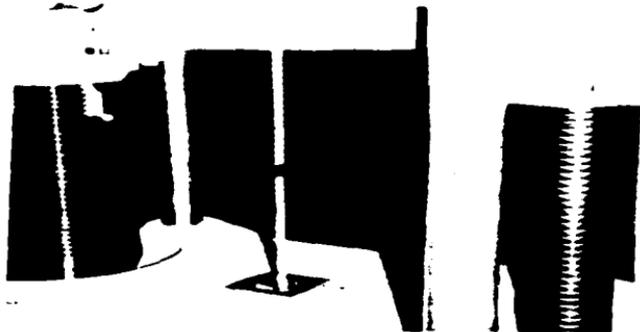
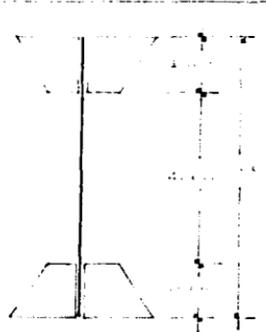


FOTO 6

Formulario No. 001-01-00000000

Formulario de Datos de Materiales de Construcción para el Proyecto

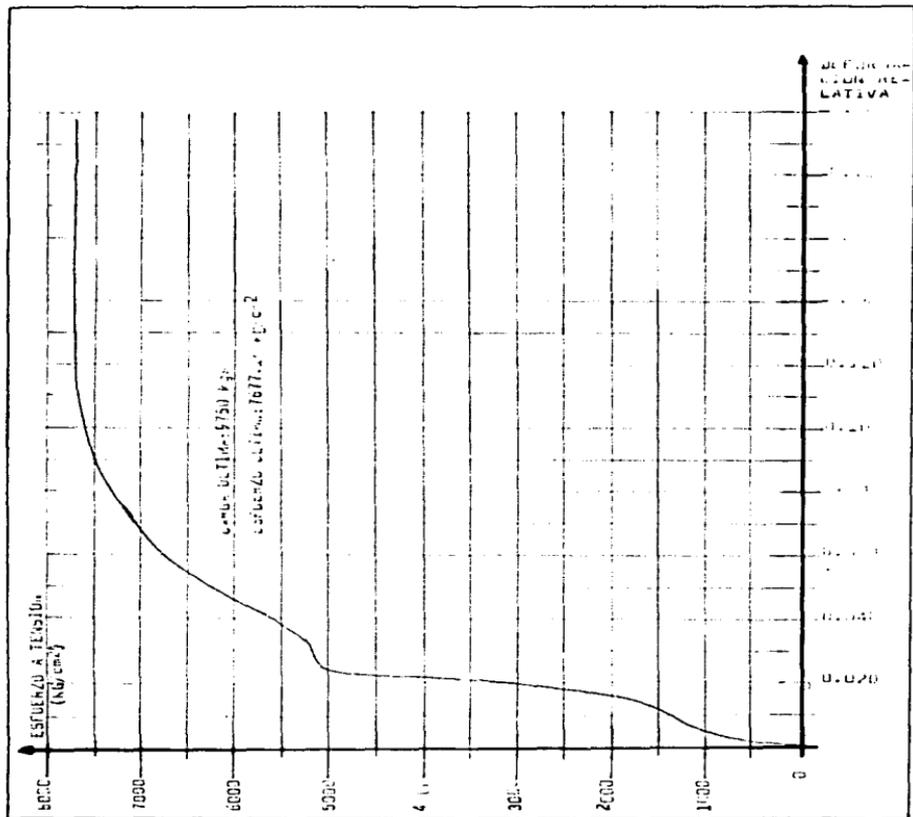
Proyecto	Material	Unidad	Descripción	Observaciones
1000	1.000	1.000	1.000	
1100	1.100	1.100	1.100	
1200	1.200	1.200	1.200	
1300	1.300	1.300	1.300	
1400	1.400	1.400	1.400	
1500	1.500	1.500	1.500	
1600	1.600	1.600	1.600	
1700	1.700	1.700	1.700	
1800	1.800	1.800	1.800	
1900	1.900	1.900	1.900	
2000	2.000	2.000	2.000	
2100	2.100	2.100	2.100	
2200	2.200	2.200	2.200	
2300	2.300	2.300	2.300	
2400	2.400	2.400	2.400	
2500	2.500	2.500	2.500	
2600	2.600	2.600	2.600	
2700	2.700	2.700	2.700	
2800	2.800	2.800	2.800	
2900	2.900	2.900	2.900	
3000	3.000	3.000	3.000	
3100	3.100	3.100	3.100	
3200	3.200	3.200	3.200	
3300	3.300	3.300	3.300	
3400	3.400	3.400	3.400	
3500	3.500	3.500	3.500	
3600	3.600	3.600	3.600	
3700	3.700	3.700	3.700	
3800	3.800	3.800	3.800	
3900	3.900	3.900	3.900	
4000	4.000	4.000	4.000	
4100	4.100	4.100	4.100	
4200	4.200	4.200	4.200	
4300	4.300	4.300	4.300	
4400	4.400	4.400	4.400	
4500	4.500	4.500	4.500	
4600	4.600	4.600	4.600	
4700	4.700	4.700	4.700	
4800	4.800	4.800	4.800	
4900	4.900	4.900	4.900	
5000	5.000	5.000	5.000	
5100	5.100	5.100	5.100	
5200	5.200	5.200	5.200	
5300	5.300	5.300	5.300	
5400	5.400	5.400	5.400	
5500	5.500	5.500	5.500	
5600	5.600	5.600	5.600	
5700	5.700	5.700	5.700	
5800	5.800	5.800	5.800	
5900	5.900	5.900	5.900	
6000	6.000	6.000	6.000	
6100	6.100	6.100	6.100	
6200	6.200	6.200	6.200	
6300	6.300	6.300	6.300	
6400	6.400	6.400	6.400	
6500	6.500	6.500	6.500	
6600	6.600	6.600	6.600	
6700	6.700	6.700	6.700	
6800	6.800	6.800	6.800	
6900	6.900	6.900	6.900	
7000	7.000	7.000	7.000	
7100	7.100	7.100	7.100	
7200	7.200	7.200	7.200	
7300	7.300	7.300	7.300	
7400	7.400	7.400	7.400	
7500	7.500	7.500	7.500	
7600	7.600	7.600	7.600	
7700	7.700	7.700	7.700	
7800	7.800	7.800	7.800	
7900	7.900	7.900	7.900	
8000	8.000	8.000	8.000	
8100	8.100	8.100	8.100	
8200	8.200	8.200	8.200	
8300	8.300	8.300	8.300	
8400	8.400	8.400	8.400	
8500	8.500	8.500	8.500	
8600	8.600	8.600	8.600	
8700	8.700	8.700	8.700	
8800	8.800	8.800	8.800	
8900	8.900	8.900	8.900	
9000	9.000	9.000	9.000	
9100	9.100	9.100	9.100	
9200	9.200	9.200	9.200	
9300	9.300	9.300	9.300	
9400	9.400	9.400	9.400	
9500	9.500	9.500	9.500	
9600	9.600	9.600	9.600	
9700	9.700	9.700	9.700	
9800	9.800	9.800	9.800	
9900	9.900	9.900	9.900	
10000	10.000	10.000	10.000	



REQUISITOS: Material de construcción 5000 kg/m³, resistencia a la tracción 200 kg/cm², resistencia a la compresión 100 kg/cm².

TIPO DE FALLA:  Descripción de la falla.

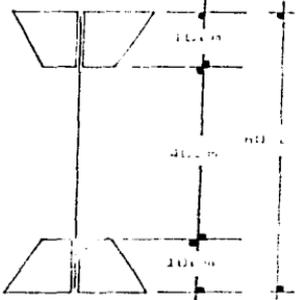
DIAGRAMA DE ESFUERZO DEFORMACION PARA EL ACERO A 1/2" (T-1)



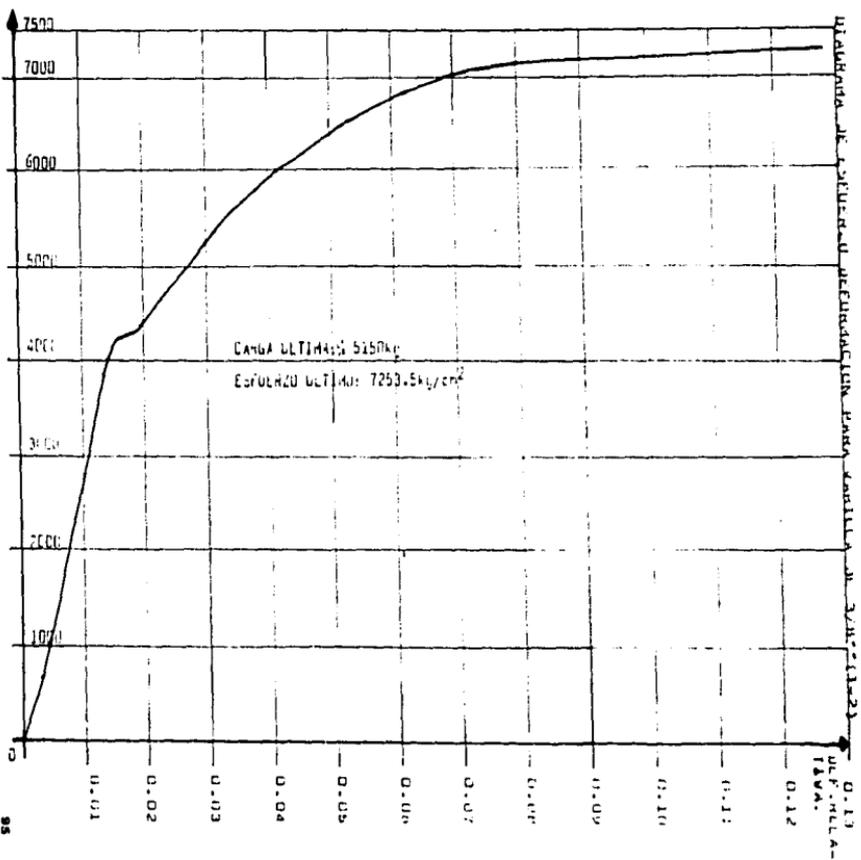
EXAMEN DE CALIDAD DE MATERIALES

EXAMEN DE MATERIALES PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD

PROFUNDIDAD (cm)	DEFORMACIÓN (%)	CARGA (kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA
500	0.14	774.27	0.2035	
750	0.20	1156.34	0.29	
1000	0.29	1538.41	0.38	
1250	0.36	1920.48	0.47	
1500	0.39	2302.55	0.56	
1750	0.36	2684.62	0.51	
2000	0.42	3066.69	0.59	
2250	0.45	3448.76	0.64	
2500	0.50	3830.83	0.70	
2750	0.50	4212.90	0.70	
3000	0.60	4594.97	0.84	
3250	0.60	4977.04	0.84	
3500	1.00	5359.11	1.41	
3750	1.20	5741.18	1.69	
4000	1.42	6123.25	1.97	
4250	1.64	6505.32	2.25	
4500	1.94	6887.39	2.71	
4750	2.34	7269.46	3.28	
5000	3.00	7651.53	4.20	
5150	3.60	8033.60	5.12	

RESULTADOS:	- CARGA A LA RUPCIÓN: 5150 Kg - DEFORMACIÓN A LA RUPCIÓN: 7269.46 kg/cm ² - DEFORMACIÓN TOTAL: 5124 cm
	TÍPO DE FALLA: 

ESFUERZO A TENSIÓN (kg/cm²)



CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES DE LA PRUEBA DE TENSION EN ACERO DE REFUERZO

En la tabla que se presenta a continuación se presentan los datos obtenidos en la prueba, para los dos especímenes ensayados.

DIÁMETRO PULGADAS	CARGA MÁXIMA KGS.	ESFUERZO MÁXIMO KG/CM ²	DEFORMACIÓN TOTAL CMS
1/2	9,750	7,677.16	7.9
3/8	5,150	7,253.52	5.04

Como se observa la capacidad de carga de la varilla de 1/2" es mayor que la de 3/8" lo cual resulta lógico, ya que la primer varilla posee más área en su sección transversal, y puesto que al final de la prueba en las dos varillas se observó una disminución del área transversal, se concluye que el área mayor (la de 1/2") resistirá más que la del área menor(3/8"), al ser sometidas a una carga de tensión axial.

El esfuerzo máximo en los dos especímenes, no tiene mucha diferencia, lo que quiere decir , que tienen aspectos similares en cuanto a su capacidad de trabajo, ya que aunque la varilla de 1/2" tiene más capacidad de carga en un área de 1.27 cm², la de 3/8" tiene menor capacidad de carga, pero claro está en un área menor de 0.71 cm².

CAPÍTULO 6

COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS

OBJETIVOS:

- Someter a compresión simple una muestra de suelo.
- Introducir al estudiante en el área de mecánica de suelos.
- Efectuar los cálculos de esfuerzo y deformación unitaria axial, para así obtener el esfuerzo máximo.
- A partir de lo anterior elaborar una gráfica, para obtener una curva de esfuerzo - deformación.
- Dibujar el círculo de Mohr, correspondiente al esfuerzo máximo (q_u), o resistencia a la compresión simple del suelo.
- Observar la falla de la muestra de suelo y dibujarla.
- Obtener el contenido de agua de la muestra de suelo.

CAPÍTULO 6

INTRODUCCIÓN

La propiedad que hace muy distintos a los tipos de suelo es la cohesión. Debido a ella los suelos se clasifican en "cohesivos" y "no cohesivos", a este último se lo conoce como "friccionantes". Los suelos cohesivos son los que poseen la propiedad de atracción intermolecular, como las arcillas. Los suelos friccionantes son aquellos formados por partículas de roca sin ninguna cementación, como la grava.

Cuando se introdujo el método de ensayar muestras de suelo cohesivo recuperadas en pozos a cielo abierto, fue aceptado como medio para obtener la fuerza cohesiva en un suelo. Utilizando la construcción del círculo de Mohr, es evidente que la cohesión (C) de una muestra de suelo puede ser calculada por el promedio del esfuerzo máximo sobre la muestra: $C = (q_u/2)$, también a q_u se utiliza como el símbolo para representar a la resistencia a la compresión simple del suelo. Este cálculo se basa en el hecho de que el esfuerzo principal menor (V_3) es cero, y que el ángulo de fricción interna (ϕ) del suelo se supone cero. Con el tiempo se tuvo más conocimiento sobre el comportamiento del suelo, y se evidenció la confiabilidad de esta prueba, se observó que no tenía resultados satisfactorios por:

a) El efecto de la restricción lateral provista por la masa de suelo sobre la muestra se pierde cuando la muestra es removida del terreno. Existe sin embargo la opinión de que la humedad del suelo le provee un efecto de tensión superficial (o confinamiento) de forma que la muestra está algo confinada. Este efecto debería ser más pronunciado si la muestra está saturada o cercana a ella.

CAPÍTULO 6

b) La condición interna del suelo puede tener: grado de saturación, presión del agua de los poros bajo esfuerzos de deformación, y efectos de alteración del grado de saturación, por lo cual serían variables que no se pueden controlar.

c) La fricción en los extremos de la muestra producida por las placas de carga origina una restricción lateral sobre los extremos que altera los esfuerzos internos en una cantidad desconocida.

Los errores producidos por los incisos a y b, pueden reducirse utilizando los experimentos de compresión triaxial, en cuanto al inciso c ha sido objeto de considerable investigación, y se piensa que este factor no es tan importante como se supone, sin embargo se puede fabricar platinas especiales de apoyo, para reducir los efectos de fricción si se desean resultados experimentales más confiables.

Esta prueba de compresión simple en un suelo, se utiliza bastante, por ser un método rápido y económico, para obtener la cohesión en el suelo. Lo que debe recalcarse es que, aunque los resultados obtenidos en la prueba de compresión simple son pocos confiables, existen pocos métodos de ensayo que permitan resultados mucho mejores.

El experimento de compresión simple puede hacerse con control de deformación unitaria o con control de esfuerzo. El experimento de deformación unitaria controlada es la más comúnmente utilizada pues solo se trata de acoplar una relación de engranaje adecuada a un motor y controlar la velocidad de avance de la plataforma de carga. Se ha encontrado que el ensayo es bastante sensible a la tasa de deformación unitaria, pero una tasa de deformación unitaria entre 0.5 y 2%/min., es decir un espécimen de 50 mm a una tasa de deformación unitaria de 1% debe de comprimirse a una velocidad de 0.5 mm/min, dando resultados satisfactorios.

CAPITULO 6

Como las muestras del experimento se exponen usualmente al aire seco del laboratorio (baja humedad), deben llevarse a falla antes de 10 minutos, ya que puede afectar su contenido de humedad, afectando el resultado de la resistencia a la compresión (aumentándola por lo regular).

Las muestras de suelos cohesivos y cohesivos-friccionantes, se prueban hasta que la carga en la muestra comience a decrecer o hasta que por lo menos se halla desarrollado una deformación unitaria del 20%.

En la figura 6.1 se muestra el procedimiento de ensayo de compresión simple. Se coloca la muestra de longitud adecuada entre dos placas con piedras porosas insertadas, aplicandose una carga axial, y a medida que la muestra se deforma crecientemente, se obtienen sus cargas correspondientes.

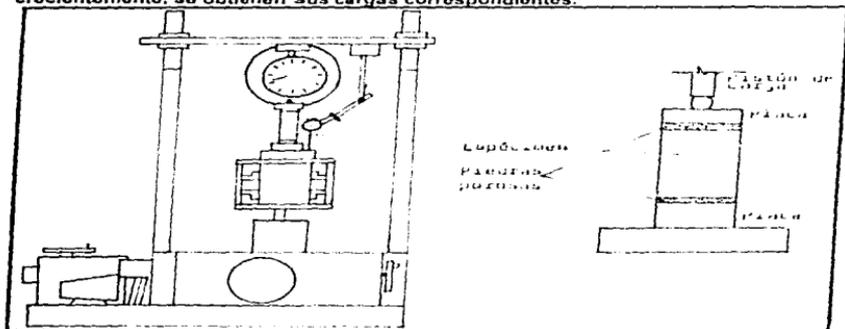


FIGURA 6.1 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO EN COMPRESION SIMPLE PARA UNA MUESTRA DE SUELO

CAPÍTULO 6

CÁLCULO TEÓRICO PREVIO

Se efectúan los cálculos de esfuerzo y deformación unitaria axial de forma que se pueda dibujar una curva de esfuerzo-deformación unitaria para obtener el máximo esfuerzo, que se toma como la resistencia a la compresión simple del suelo (q_u). La curva esfuerzo-deformación unitaria se dibuja para obtener un valor promedio de q_u mayor para tomar simplemente el valor máximo de esfuerzo de la hoja del formato del cálculo. La deformación unitaria ϵ ; se calcula de la mecánica de materiales como:

$\epsilon = \Delta L/L_0$ (mm/mm) donde: ΔL = deformación total de la muestra en mm.

L_0 = longitud original de la muestra en mm.

El esfuerzo instantáneo V del ensayo sobre la muestra se calcula como:

$V = P/A'$ (kPa) donde P = carga sobre la muestra en cualquier instante para el correspondiente valor de L , en kN.

A' = al área de la sección transversal de la muestra para la carga correspondiente P , en m^2 .

En mecánica de suelos es práctica convencional corregir el área sobre la cual actúa la carga P . Esto no se hace cuando se ensayan metales en tensión. Una de las razones para la corrección de área es la de permitir cierta tolerancia sobre la forma como el suelo es realmente cargado en el terreno. Aplicar esta corrección al área original de la muestra es algo conservativo también pues la resistencia última calculada de este forma será menor que la que se podría calcular utilizando el área original. El área original A_0 se corrige considerando que el volumen total del suelo permanece constante. El volumen total inicial de la muestra es:

$$V_t = A_0 L_0.$$

CAPÍTULO 6

pero después de algún cambio ΔL en la longitud de la muestra:

$$V_t = A'(L_0 - \Delta L)$$

Iguando las ecuaciones: ($V_t = A_0 L_0$) y ($V_t = A'(L_0 - \Delta L)$), cancelando términos y despejando el área corregida A' , se obtiene:

$$A' = A_0 / (1 - \epsilon)$$

Siendo: A' = área corregida para una determinada carga P .

A_0 = área original de la muestra.

ϵ = deformación unitaria de la muestra ($\Delta L / L_0$)

CAPITULO 6

REALIZACIÓN DE LA PRACTICA DE COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS

MATERIAL:

- Muestra inalterada de suelo.
- Cuerda de guitarra.
- Manta de cielo y navaja.
- Parafina o brea.
- Parrilla.

EQUIPO:

- Horno u mufla. Foto 1.
- Torno de labrado. Foto 2.
- Marco de carga. Foto 3.
- Anillo de carga (50 kgs). Foto 4.
- Micrómetro con base magnética. Foto 4.
- Vernier. Foto 2.
- 3 vidrios de reloj. Foto 2.
- Balanza. Foto 2.
- Cronómetro. Foto 2.

CAPÍTULO 6

DESARROLLO

1.-De la muestra inalterada de suelo, extraer una porción de 12X12X12 cm aproximadamente.

2.-Se procede con el torno de labrado a elaborar muestras cilíndricas de 9 cm de altura (h) y 3.6 cm de diámetro, aceptandose una relación del rango: $2 < h/d < 3$.

3.-Colocar las muestras en una franela húmeda, para prevenir su desecamiento mientras se espera turno para la máquina de compresión, calculandose también la deformación correspondiente al 20% de deformación unitaria de las muestras, de forma que se pueda saber cuándo termina el experimento si la muestra recibe carga sin mostrar un pico antes de dicha deformación unitaria suceda.

4.-Calcular el contenido de agua (%) de la muestra con la siguiente expresión:

$$W\% = ((W_h - W_s)/W_s) \times 100$$

donde :- W_h = peso húmedo de la muestra.

- W_s = peso seco de la muestra

en este paso se utiliza el horno a una temperatura de 110° C, y las muestras se dejan aproximadamente 24 horas al horno, es importante recaer que las muestras para el cálculo del contenido de humedad son de la misma muestra inalterada o de los extremos de la muestra cilíndrica labrada, sin afectar su altura de 9 cm aproximadamente.

5.-Alinear cuidadosamente la muestra en la máquina de compresión. Si los extremos no son perfectamente perpendiculares al eje del espécimen, la parte inicial de la curva esfuerzo-deformación unitaria será plana (hasta que el área total de la muestra contribuya a la resistencia al esfuerzo, las deformaciones unitarias serán demasiado grandes para el esfuerzo calculado) Foto 5.

6.-Obtener las medidas de la muestra cilíndrica, en cuanto respecta a los diámetros: superior, medio e inferior, para calcular el área promedio.

CAPITULO 6

7.-Verificar que tanto la carátula del anillo de carga, como la del micrómetro esten en ceros, para evitar datos erróneos.

8.-Se toman lecturas , de forma que el primer minuto se leerá cada 10 segundos, pasando el minuto se lee cada 15 segundos, se tomarán 2 lecturas más a partir de la falla. Recuerdese que debe suspenderse las lecturas, si la altura del espécimen disminuye un 20%, o si la carga sobre la muestra decrece significativamente, o bien si la carga se mantiene constante por cuatro lecturas. Foto 6.

9.-Calcular la deformación unitaria, el área corregida, y el esfuerzo unitario, para suficientes lecturas (unos 8 o 10 puntos bien espaciados) para definir la curva esfuerzo-deformación unitaria adecuada. Se deben dibujar los resultados, incluso la forma de falla de la muestra cilíndrica. Foto 7.

10.-Dibujar el círculo de Mohr utilizando el q_u promedio y mostrar la cohesión del suelo, el círculo de Mohr debe dibujarse forzosamente con compas.

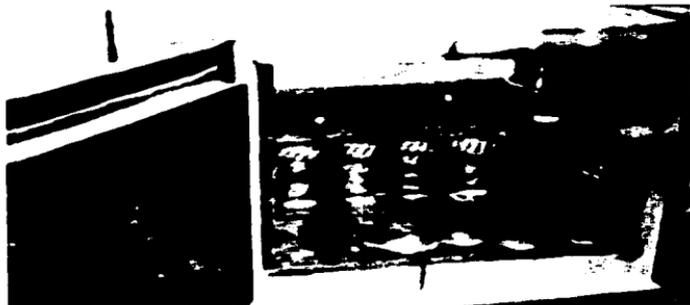


FOTO 1



FOTO 2

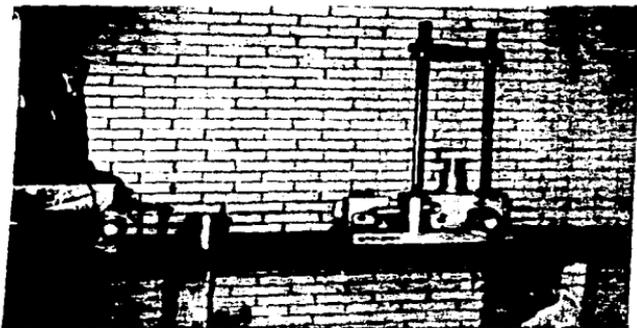


FOTO 3

COMPRESION SIMPLE EN ACCES

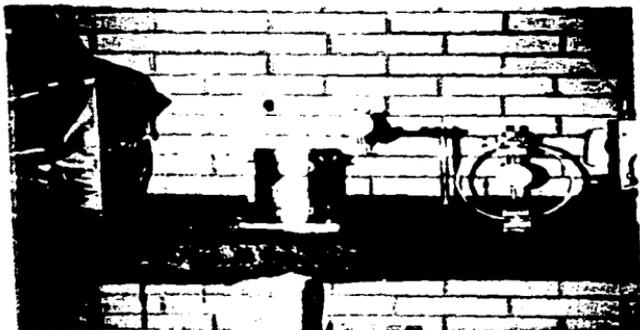


FOTO 4



FOTO 5

COMPRESION SIMPLE EN BUELOS

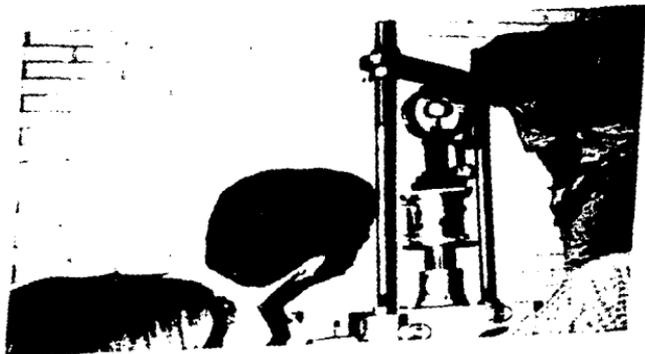
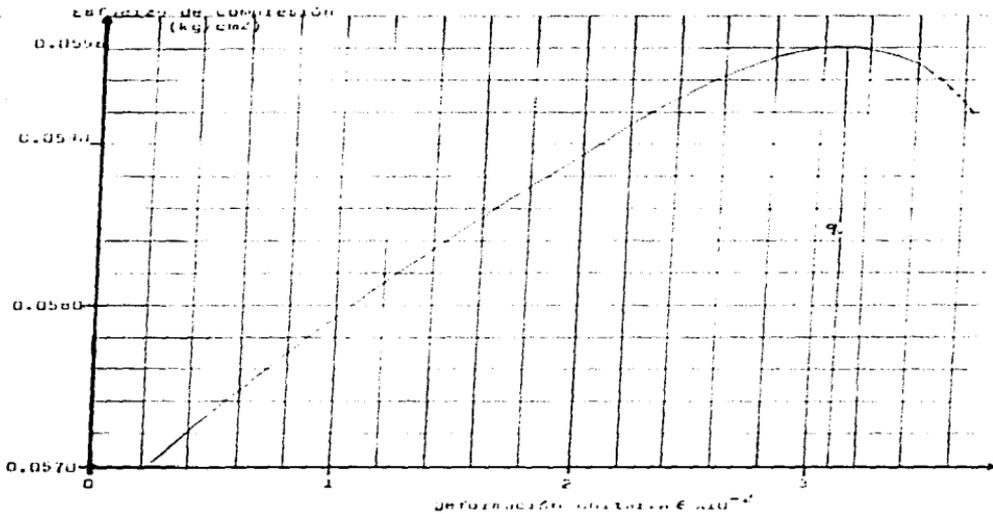


FOTO 6

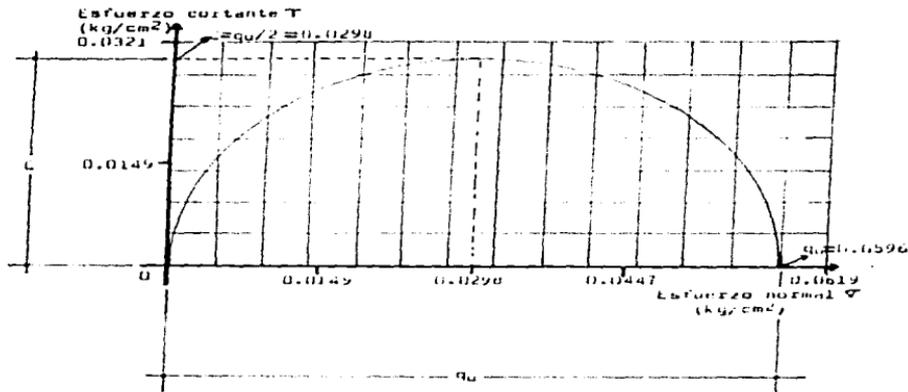


FOTO 7



Ensayo de compresión simple
en arcilla orgánica suave
obscura, esfuerzo máximo 90z
0.0596 kg/cm² = 0.596 ton/m²

CIRCULO DE MOHR PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE



donde C = cohesión o resistencia al esfuerzo cortante

q_u = esfuerzo normal o resistencia a la compresión de la muestra cilíndrica del suelo.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES DE LA PRUEBA DE COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS

Al término de la práctica se observó que son demasiadas variables que deben controlarse al hacer este tipo de ensayo, por lo que siendo imposible, los resultados son sólo aproximados, siendo la ventaja que sea éste un ensayo rápido y económico.

Sobre el contenido de agua, se debe mencionar, que varía de acuerdo con las condiciones climatológicas del año, siendo el contenido mayor en periodo de lluvias, que en temporadas de sequía, en el ensayo el contenido de agua sobre tres muestras se obtuvo un resultado de 135% de contenido de humedad.

Otro inconveniente en esta prueba, es que la muestra de suelo es inmediatamente cargada por 0.6435 kg, que es el peso del anillo de carga, y de aquí sufre pequeñas cargas constantes, que son las que en realidad deben de empezar a cargar sobre la muestra de suelo, para así obtener condiciones parecidas o aproximadas a la realidad.

El esfuerzo máximo o la resistencia máxima de la muestra (q_u) es 0.0595 kg/cm², correspondiente a una deformación de 3×10^{-2} (unitaria) de donde se obtiene una resistencia al esfuerzo cortante (T), $C = 0.298 \text{ ton/m}^2$ (circulo de Mohr), los cuales son datos útiles en el diseño de cimentaciones y construcción en general.

CAPÍTULO 7

VISCOSIDAD EN ASFALTOS

OBJETIVOS

- Someter a pruebas de consistencia o viscosidad' materiales asfálticos.
- Conocer el procedimiento de ensayo en el viscosímetro Saybolt-Furol, con el que cuenta el laboratorio de construcción de ingeniería civil.
- Comparar los resultados obtenidos con las especificaciones para asfaltos de diferentes grados
- Obtener el valor de viscosidad absoluta del material asfáltico ensayado.

CAPITULO 7

INTRODUCCIÓN

El asfalto es un material aglomerante cuyo valor varia de pardo oscuro a negro, de consistencia sólida, semisólida o líquida, cuyos constituyentes predominantes son botenes que se dan en la naturaleza como tales o que se obtienen en la destilación del petróleo. El asfalto entra en proporciones variables en la constitución de la mayor parte de los crudos del petróleo.

El asfalto se presenta en una amplia variedad de tipos y grados normalizados, clasificados según su grado y materiales que lo componen, obsérvese la tabla 7.1

MATERIALES ASFÁLTICOS	GRADOS	COMPOSICIÓN
ASFALTOS DE CURADO LENTO	SC-70 SC-750 SC-800 SC-3000	ACEITES NO VOLÁTILES O DE EVAPORACIÓN LENTA CON BETUN ASFÁLTICO
ASFALTOS DE CURADO MEDIO	MC-70 MC-10 MC-250	QUEROSENO CON BETUN ASFÁLTICO
ASFALTOS DE CURADO RÁPIDO	RC-70 RC-250 RC-800 RC-3000	GASOLINA O NAFTA CON BETUN ASFÁLTICO
EMULSIONES ASFÁLTICAS ANIÓNICAS	RS-1 RS-2 MS-2 SS-1 SS-1h	AGUA Y EMULSIFICANTES CON ASFALTOS LÍQUIDOS RC, MC o SC
EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS	RS-2k RS-3k SS-k SS-kh	AGUA Y EMULSIFICANTE CON BETUN ASFÁLTICO

TABLA 7.1 PRODUCTOS ASFÁLTICOS LÍQUIDOS

CAPÍTULO 7

Con el objeto de verificar que los materiales bituminosos cumplan con las especificaciones marcadas, se utiliza un gran número de pruebas de laboratorio. La mayoría de las pruebas realizadas en laboratorio, de los diversos organismos encargados de las carreteras, han llegado a ser más o menos de naturaleza rutinaria y se ejecutan con los métodos de prueba establecidos por la ASTM (Asociación americana de pruebas y ensayos en materiales). Algunas tienen como objetivo, medir las propiedades específicas del material, en tanto que otras se utilizan principalmente como pruebas de identificación.

Es muy común que se utilicen diversas pruebas de consistencia de los materiales bituminosos, el método preferido para medir la viscosidad de los líquidos es mediante los viscosímetros cinemáticos.

Para entender los ensayos de consistencia, empezaremos por definir algunos conceptos: Viscosidad absoluta.- Si F es la fuerza tangencial unitaria que actúa entre dos planos infinitamente próximos de un fluido en movimiento, con una velocidad (V) en un punto considerado, y " n " es la fuerza que actúa en dirección normal al plano de deslizamiento la viscosidad absoluta μ tiene por ecuación la siguiente expresión:

$$F = \mu(dv/dn)$$

La unidad de viscosidad en el sistema c.g.s se denomina "poise" y será la viscosidad de un fluido que ofrece una resistencia tangencial de una dina/cm², para un gradiente de velocidad de un segundo en sentido normal al plano de deslizamiento. Esta viscosidad se determina en laboratorio, con aparatos de precisión, y de costo relativamente elevado y que requiere para su manejo una cierta práctica; por eso no se emplean más que en laboratorios de importancia.

CAPÍTULO 7

Desde hace unos años la A.S.T.M. determina para betunes asfálticos y betunes fluidificados, el ensayo de viscosidad cinemática: que sirve para calcular la viscosidad absoluta, cuando se conoce o se puede determinar la densidad del material a ensayar a la temperatura del ensayo; se define como el tiempo que un volumen determinado de líquido, sale por un tubo capilar de cristal del viscosímetro, bajo una carga determinada y a una temperatura exactamente medida. La viscosidad viene determinada multiplicando el tiempo en segundos, que el material a ensayar tarda en fluir, por el factor de calibrado del aparato.

La viscosidad cinemática de un líquido newtoniano es el cociente de dividir la viscosidad absoluta o dinámica por la densidad del líquido, ambas determinadas a la misma temperatura; en el sistema c.g.s. la unidad de viscosidad cinemática es el "stokes", que tiene por dimensiones centímetros cuadrados por segundo; en la práctica para los productos de petróleo, la viscosidad cinemática se expresa en centésimas de "stoke"; 1 stoke = 100 C.S.T. Existen diversos tipos de aparatos comerciales calibrados; y la viscosidad cinemática, C.S.T. = Ct , siendo C = constante del aparato en C.S.T. por segundo, y t = tiempo que tarda en salir el líquido en segundos.

La viscosidad dinámica es el producto de la viscosidad cinemática por la densidad del líquido a la temperatura del ensayo. En los asfaltos, la densidad a 135° C puede deducirse del peso específico a 25/25°C, multiplicando por 0.934 gr/cm³ o por el peso específico a 15.5/15.5°C multiplicando por el factor 0.931 gr/cm³. Cuando no se conoce el peso específico, se puede determinar la viscosidad dinámica a 135°C. Multiplicando la viscosidad cinemática a 135°C por una supuesta densidad de 0.948 gr/cm³.

CAPÍTULO 7

Como las determinaciones de la viscosidad absoluta son delicadas, precisan operadores de una buena preparación en la técnica del laboratorio. En la práctica en ensayos de rutina, se determina la viscosidad relativa; relación de tiempos que tardan en salir por un orificio el betún y un volumen igual de agua; el primero, a una a la temperatura del ensayo, y el agua, a 25°C. Se puede, asimismo, determinar la viscosidad relativa por el tiempo que tarda en caer en una cierta longitud un sólido a través de la muestra a ensayar en estado líquido o semisólido; en este último principio se fundan los viscosímetros de bola y las diferentes clases de penetrómetros.

Los viscosímetros del primer tipo son los de Engler, Redwood y Saybolt-Furol (figura 7.1), este último está constituido de tal forma que el tubo central del aparato, va en un baño de agua que lo rodea, se coloca el producto a ensayar; debajo del tubo hay un frasco de las dimensiones de la figura 7.2. Cuando el asfalto alcanza la temperatura del ensayo y se mantienen dos minutos, se quita el tapón del fondo; la viscosidad se mide por el tiempo que el asfalto fundido tarda en llegar a la marca del frasco receptor. Los resultados deberán expresarse con una aproximación de 0.1 segundo, para viscosidades inferiores a 200 segundos y con aproximación de un segundo para las que sean mayores, la finalidad de este ensayo es determinar el estado de fluidez de los asfaltos a las temperaturas que se emplean durante su aplicación. La viscosidad o consistencia del asfalto se mide como ya se dijo en el ensayo Saybolt-Furol, y es el material con que se cuenta en el laboratorio de pavimentos de la E.N.E.P. Aragón.

CAPÍTULO 7

En el viscosímetro Saybolt-Furol, se coloca en un tubo normalizado cerrado con un tapón de corcho una cantidad especificado de asfalto, y como las temperaturas a que se determina la viscosidad de los asfaltos son frecuentemente superiores a los 100°C, el baño de temperatura constante del viscosímetro se llena con algún tipo de aceite. Cuando el asfalto ha alcanzado una temperatura establecida, se quita el tapón y se mide el tiempo necesario en segundos para que pasen a través del orificio Furol 60 ml del material. Cuanto más viscosos son los materiales más tiempo es necesario para que pasen a través del orificio. Los valores obtenidos se expresan como segundos Saybolt-Furol (SSF).

Los factores de conversión para transformar las viscosidades cinemáticas en segundos Saybolt Furol dentro de determinados márgenes de temperaturas están contenidos en la tabla 7.2, que a continuación se ilustra.

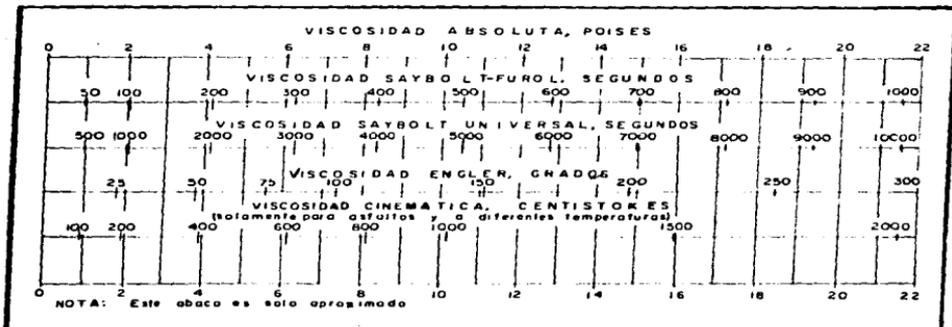


TABLA 7.2 CONVERSIÓN DE UNIDADES DE VISCOSIDAD

CAPÍTULO 7

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA VISCOSIDAD

El asfalto es un material termoplástico cuya viscosidad disminuye al crecer la temperatura. La relación entre la temperatura y la viscosidad, sin embargo, puede no ser la misma para diferentes orígenes o tipos y grados de material asfáltico.

Temperatura de aplicación: normalmente se especifican las temperaturas de aplicación para diversos empleos de materiales asfálticos, pero como consecuencias de las variaciones de viscosidad, el especificar solamente la temperatura no es suficiente para hacer uso adecuado de los materiales, a continuación se muestran las especificaciones para diferentes asfaltos:

ESPECIFICACIONES PARA ASFALTO FLUIDIFICADO DE CURADO LENTO (SC)						
CARACTERÍSTICAS	G R A D O S					
VISCOSIDAD FUROL. A:	SA-0	SC-1	SC-2	SC-3	SC-4	SC-5
25°C, seg	75-150	-----	-----	-----	-----	-----
50°C, seg	-----	75-150	-----	-----	-----	-----
60°C, seg	-----	-----	100-200	250-500	-----	-----
82.2°C, seg	-----	-----	-----	-----	125-250	300-600
ESPECIFICACIONES PARA ASFALTO FLUIDIFICADO DE CURADO MEDIO (MC)						
CARACTERÍSTICAS	G R A D O S					
VISCOSIDAD FUROL. A:	MC-0	MC-1	MC-2	MC-3	MC-4	MC-5
25°C, seg	75-150	-----	-----	-----	-----	-----
50°C, seg	-----	75-150	-----	-----	-----	-----
60°C, seg	-----	-----	100-200	250-500	-----	-----
82.2°C, seg	-----	-----	-----	-----	125-250	300-600
ESPECIFICACIONES PARA ASFALTO FLUIDIFICADO DE CURADO RÁPIDO (RC)						
CARACTERÍSTICAS	G R A D O S					
VISCOSIDAD FUROL. A:	RC-0	RC-1	RC-2	RC-3	RC-4	RC-5
25°C, seg	75-150	-----	-----	-----	-----	-----
50°C, seg	-----	75-150	-----	-----	-----	-----
60°C, seg	-----	-----	100-200	250-500	-----	-----
82.2°C, seg	-----	-----	-----	-----	125-250	300-600

TABLA 7.3 ESPECIFICACIONES PARA DIFERENTES ASFALTOS.

CAPÍTULO 7

La viscosidad más conveniente para usar el asfalto depende de varios factores:

- a) Tipo de aplicación (mezcla o riego).
- b) Características y granulometría de los áridos.
- c) Condiciones atmosféricas.

Como consecuencia de estos factores variables, la viscosidad adecuada para una aplicación específica debe fijarse, por ensayo, dentro de los márgenes ya especificados.

La temperatura más adecuada para mezcla en la instalación mezcladora, es aquella a que la viscosidad del asfalto está comprendida entre 75-150 SSF(segundos Saybolt-Furol), y la viscosidad más adecuada para el riego está comprendida normalmente entre 25-100 SSF, a falta de datos adecuados sobre la relación viscosidad-temperatura puede emplearse la tabla 7.4, que da una orientación para la determinación de las temperaturas de aplicación.

TIPO Y GRADO DE ASFALTO	TEMPERATURA DE EMPLEO RECOMENDABLE	
	PARA MEZCLA	PARA RIEGO
ASFALTOS LÍQUIDOS TIPO RC		
RC-0.....	10-50°C.....	18-58°C.....
RC-1.....	25-52°C.....	45-83°C.....
RC-2.....	25-52°C.....	60-99°C.....
RC-3.....	50-80°C.....	77-115°C.....
RC-4.....	65-95°C.....	83-125°C.....
RC-5.....	80-110°C.....	100-140°C.....
ASFALTOS LÍQUIDOS TIPO MC		
MC-0.....	10-15°C.....	21-60°C.....
MC-1.....	25-52°C.....	43-85°C.....
MC-2.....	38-93°C.....	60-102°C.....
MC-3.....	65-95°C.....	80-121°C.....
MC-4.....	80-110°C.....	88-129°C.....
MC-5.....	94-121°C.....	104-144°C.....
ASFALTOS LÍQUIDOS TIPO SC		
SC-0.....	10-50°C.....	21-60°C.....
SC-1.....	25-93°C.....	43-85°C.....
SC-2.....	65-93°C.....	60-102°C.....
SC-3.....	80-121°C.....	80-121°C.....
SC-4.....	80-121°C.....	88-129°C.....
SC-5.....	94-135°C.....	104-144°C.....

TABLA 7.4 TEMPERATURA DE EMPLEO PARA DIFERENTES ASFALTOS.

CAPÍTULO 7

REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE VISCOSIDAD EN ASFALTOS

MATERIAL:

- 150 gramos de producto asfáltico. Foto 1.
- Petróleo y gasolina blanca.
- Estopa.

EQUIPO:

- Viscosímetro Saybolt con orificio Furol. Foto 1.
- Matraz aforado de 60 cm³ de capacidad.
- Termómetro de inmersión parcial, graduado de 0 a 100°C.
- Cronómetro.
- Parrilla eléctrica. Foto 1.

DESARROLLO

- 1.-En el viscosímetro se calienta en baño de aceite a una temperatura de 0,5 mayor que la prueba (las temperaturas de prueba pueden ser: 25,50,60 y 82.2 °C)
- 2.-Se coloca 150 gramos de producto asfáltico aproximadamente, en un vaso de precipitado, se calienta a 1°C más que la temperatura de prueba, teniendo cuidado de agitar el vaso para que la temperatura sea uniforme.
- 3.-Se vacía el contenido del vaso en el viscosímetro, hasta el nivel establecido, se mantendrá así durante 15 minutos, hasta alcanzar la temperatura adecuada. Foto 2.

CAPÍTULO 7

- 4.-Se comprueba la temperatura con el termómetro, y se permite que entre aire.**
- 5.-Se abre el obturador, previamente colocado el matraz debajo del tubo del viscosímetro, se retira el tapón de corcho, y se pone al mismo tiempo en marcha el cronómetro, el cual deberá dotenerse en el momento en que la muestra alcance la marca de aforo de 60 cm³ del matraz, registrándose el tiempo medido con el cronómetro. Foto 3.**
- 6.-El tiempo transcurrido desde que se inicia el llenado del tubo del viscosímetro, hasta que empiece el llenado del matraz, no debe ser mayor de 15 minutos.**
- 7.-Comparar los resultados de la prueba, con los datos que se observan en las tablas de especificaciones, proporcionadas anteriormente.**

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Al efectuarse esta prueba deberán tener las siguientes precauciones:

- a) Llevar a cabo la prueba en lugares que no tengan corrientes de aire, ni cambios bruscos de temperatura.**
- b) En el momento que se vierta el asfalto, evitar la formación de espuma o burbujas de aire, para lo cual el asfalto, debe escurrir por la pared del cuello del matraz.**
- c) Por último, limpiar el equipo de prueba perfectamente, con ayuda del petróleo, verificando periódicamente que las paredes interiores del baño y del tubo del viscosímetro no tengan impurezas.**

ALFARO, HEDSOPHES, Y N. DUBOISSA, DE LAS ENTIDADES PARA LA AMPLIACION DE
INTRODUCCION AL CONSORTIUMOS DE MATERIALES

CAPITULO 7

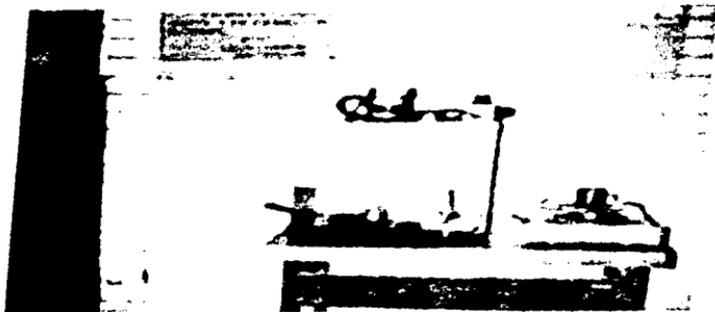


FOTO 1



FOTO 2

CAPÍTULO 7



FOTO 3



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MAYO



E.N.E.P. ARAGÓN

ESTUDIO: TESIS ENSAYE 5011
 LOCALIZACIÓN: E.N.E.P. Aragón
 FECHA: 2-02-97 CÁLCULO: MAR. S. LÓPEZ

MATERIAL	PESO DEL MATERIAL	TIEMPO (seg)	TEMPERATURA (°C)
PRODUCTO ASFÁLTICO	150 Gramos	104	60

OBSERVACIONES: El material fue proporcionado por el laboratorio de pavimentos.
 La viscosidad esta dada en segundos Saybolt-Furol, que equivalen
 a 2 "poises" en la escala de viscosidad absoluta.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES DE LA PRUEBA DE VISCOSIDAD EN ASFALTOS

Los datos obtenidos en esta prueba nos dan una idea de la clasificación del material ensayado, ya que cabe mencionar que el asfalto fue proporcionado por el laboratorio de pavimentos, y no hay información de su procedencia, por lo que no se sabe de que tipo es o que grado tiene.

La prueba nos proporciona un resultado que clasifica al asfalto ensayado como de grado dos para asfaltos tipo: RC, MC y SC. El resultado de la prueba fue de 104 Segundos Saybolt-Furol, y en la escala de viscosidad absoluta, este valor es igual a 2 "poises" aproximadamente, y en escala de viscosidad cinemática a 2.05 "centistokes", (obsérvese la tabla 7.2, conversión de unidades de viscosidad).

Otro aspecto importante que se concluye, es que el resultado en SSF, no clasifica al tipo de asfalto, lo que realmente clasifica a este material es, la composición de su mezcla, ya que esta mezcla posee sustancias como queroseno, gasolina, nafta, etc., que son materiales con propiedades volátiles, que le dan al asfalto las características de velocidad de fraguado: lento, medio y rápido.

Por último cabe mencionar que el asfalto al entregarse en obra, se deberá verificar si cumple con las exigencias de calidad que se requieran, por lo que al realizarse las pruebas de viscosidad, los datos que resulten deben de estar en los rangos que nos marcan las especificaciones, de no ser así, la calidad de la obra se demerita.

CAPÍTULO 8

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LADRILLOS Y BLOQUES

OBJETIVOS

-Someter a compresión un lote de 5 bloques de concreto o de 5 ladrillos de barro recocido, con las siguientes características:

a.-Bloque de concreto de 39X19X14 cm.

b.-Ladrillo de barro recocido de 23X12X5 cm.

-Calcular su resistencia de rotura a la compresión del bloque o ladrillo individual, y obtener un promedio de las 5 muestras.

-Comparar el promedio de las resistencias de las muestras con las tablas de especificaciones, clasificando el lote de muestras (de 5 especímenes) de acuerdo a su tipo y calidad.

-Observar la falla de cada espécimen al aplicar la carga máxima.

CAPÍTULO 8

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN:

A los bloques, ladrillos o tabicones de concreto se les define como: materiales de construcción que poseen forma prismática rectangular, que pueden ser sólidos o huecos, fabricados con cemento y agregados apropiados, tales como la arena, grava, piedra triturada, piedra pómez, escoria volcánica o tezontle, arcillas o pizarras expandidas, etc.

Corazón es el hueco o celda de forma diversa que se encuentra contenida dentro de los bloques, ladrillos o tabiques o tabicones.

Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones huecos son aquellos que contienen uno o varios corazones, véase la figura 8.1 inciso a y d.

Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones sólidos son aquellos que no contienen corazón, obsérvese en la figura 8.1 el rango de sus dimensiones incisos b y c.

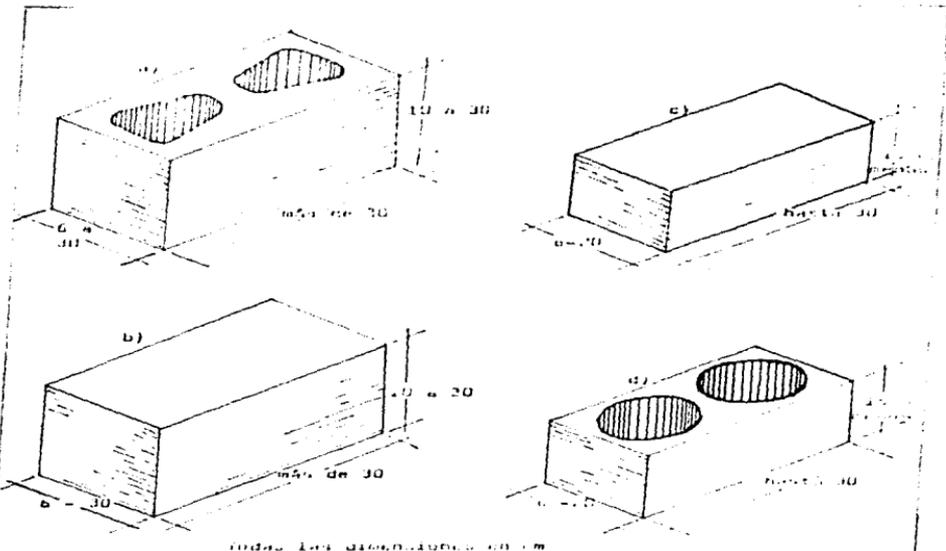
FABRICACIÓN:

Con el cemento se puede fabricar toda clase de elementos constructivos, generalmente se emplean el cemento Portland y agregados cuyas características varían según la densidad, dureza, resistencia u otras propiedades que se deseen obtener.

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 lo cual se obtienen los más compactos e impermeables. También se encuentran en el mercado los curados por aspersión de agua o vapor, en autoclave o por métodos de rápido fraguado y carbonatación. Los moldes empleados son generalmente metálicos, con los cuales se les da forma y dimensiones al elemento, de ahí que se tengan infinidad de formas y apariencias.

CAPÍTULO 8

FIGURA 8.1



BLOQUES DE CONCRETO

- a) HUECO CON UNA O MÁS PERFORACIONES DE CUALQUIER FORMA Y TAMAÑO
- b) SÓLIDO

LADRILLOS O TABIQUES Y TABICONES DE CONCRETO

- c) SÓLIDO
- d) HUECO CON UNA O MÁS PERFORACIONES DE CUALQUIER FORMA Y TAMAÑO

CAPÍTULO 8

Para observar las características más importantes en bloques tomaremos dos tipos más comunes: los denominados 8" y 6" (medidas que nos determinan el ancho de muro resultante) tabla 8.2

BLOCK DE 6"	BLOCK DE 8"
15 cm de ancho	20 cm de ancho
20 cm de peralte	20 cm de peralte
40 cm de largo	40 cm de largo
2 huecos	2 huecos
Peso por pieza: 12.2 kg	Peso por pieza 16.2 kg
Número de piezas por m ² : 12.5	Número de piezas por m ² : 12.5
Peso por m ² de colado: 165 kg	Peso por m ² de colado: 240
Resist. a compresión: 40 kg/cm ²	Resist. a compresión: 42kg/cm ²
Mortero para colocación: 0.015 m ³ /pza.	Mortero para colocación: 0.020m ³ /pza

TABLA 8.2 ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL BLOCK DE 6 Y 8"

El tabique o tabicón es similar al block en su constitución, pero en su forma varía, debido a que generalmente no tiene huecos, sus dimensiones son menores y existe tanta variedad de tamaños, comúnmente se emplean en casas habitación, en los que sobresalen: el tabicón mediano de 10X12X24 cm y el tabicón pesado de 10X12X24 cm, de 4 y 7 kg de peso respectivamente.

CAPÍTULO 8

LADRILLOS, TABIQUES Y BLOQUES DE BARRO RECOCIDO:

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 diferencias en las piezas, generalmente son macizos, presentan de 15 a un 20% de absorción y resistencia a la compresión de 20 a 100 kg/cm² entre ellos tenemos 3 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, estos se obtienen cuando la cocción es excesiva.
- c)Recocidos: su cocción, textura y color son uniformes, y no presentan deformaciones 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 las edificaciones, con su uso aparente, y en los muros en los cuales se utilizan, presentan características aislantes, térmicas y acústicas, entre este grupo se tienen tres tipos:

1.-Hueco vertical: presenta una resistencia a la compresión que llega a ser hasta 150 kg/cm², sus perforaciones permiten alojar en su interior castillos armados, ductos de instalaciones eléctricas, hidráulicas, de gas, etc.

CAPÍTULO 8

2.-Hueco horizontal: es aquel cuya resistencia puede llegar a ser 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 más ligereza al muro.

3.-Perforado: se denomina así a la pieza que contiene perforaciones o taladros en sentido vertical, en un volumen superior al 10%, tienen las mismas ventajas que los huecos, pero sus resistencias son mayores y el número de perforaciones es también mucho mayor.

4.-Macizo, este tabique llega a alcanzar una resistencia de 170 kg/cm² a la compresión. Es de forma completamente regular, es duro y homogéneo y se puede cortar con facilidad y al hacerlo se observa una superficie ligeramente porosa.

LADRILLOS Y TABIQUES REFRACTARIOS

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

En las tablas 8.3 y 8.4 se muestran algunas especificaciones obtenidas de los principales fabricantes de estos materiales, como se observa se tienen una gran diversidad, dentro de la cual se puede escoger el idóneo para la necesidad de una obra determinada.

CAPÍTULO 8

TABLA 8.3 ESPECIFICACIONES EN LADRILLOS DE CERÁMICA

CARACTERÍSTICAS	DENOMINACIÓN			
	TOCHO SÓLIDO	TOCHO RETICULAR	CONTRATISTA	MEXICANO
TAMAÑO NOMINAL (cm)	6x10x20	6x10x20	6x12x24	7x14x28
PESO UNITARIO (kg)	1.75	1.35	1.9	2.4
PZAS. POR M ²	71	71	56	40
JUNTA RECOMENDABLE (mm)	10	10	13	15
RESIST. COMPRESIÓN (kg/cm ²)	210	150	150	150
GRADO DE CALIDAD	A	B	B	B
MORTERO/MILLAR (m ³)	0.36	0.26	0.42	0.45
TIPO DE MORTERO	1:1/2:4 1/2	1:1/4:3	1:1/4:3	1:1/4:3

TABLA 8.4 ESPECIFICACIONES EN TABIQUES Y BLOCK DE CERÁMICA

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIÓN (cm)	PESO PZA (kg)	PESO/m ² (kg)	RESIST. COMPRESIÓN (kg/cm ²)
TABIQUE HUECO VERTICAL	6X10X20	1.2	68	150
BLOCK HUECO VERTICAL	10X10X20	2	43	140
TABIQUE HUECO VERTICAL	6X12X24	1.6	60	150
BLOCK HUECO VERTICAL	12X12X24	3.2	30	150
BLOCK HUECO HORIZONTAL	10X12X24	2.8	30	55

CAPÍTULO 8
CLASIFICACIÓN

La tabla 8.5 ilustra la clasificación de los bloques, ladrillos y tabiques o tabicones.

TIPO	ELEMENTOS	FORMAS	SUBTIPO
I	BLOQUE	HUECO	A B C D
		SÓLIDO	E F
II	LADRILLOS O TABIQUE Y TABICÓN	HUECO	A B D
		SÓLIDO	E F

TIPO I. Bloques huecos:

Subtipo A.-Se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y relleno. Su baja absorción permite el uso de este subtipo de bloques en exteriores, sin recubrimiento.

Subtipo B.-Se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y relleno. En muros exteriores deben protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.

Subtipo C.-Se usan exclusivamente en muros interiores de relleno. Por su alto porcentaje de absorción no es recomendable su uso en exteriores y en caso de hacerlo, deben protegerse perfectamente de la intemperie por medio de un recubrimiento o sellador impermeable.

CAPÍTULO 8

Tipo 1. Bloques sólidos:

Subtipo D.-Se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y relleno. Su baja absorción permite su uso en exteriores sin recubrimiento.

Subtipo E.-Se usan en muros exteriores, en muros de carga y relleno. En muros exteriores deben protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.

Subtipo F.-Se usan exclusivamente en muros interiores de relleno. Por su alto porcentaje de absorción no es recomendable su uso en exteriores y en caso de hacerlo, deben protegerse perfectamente de la intemperie por medio de un recubrimiento o sellador impermeable.

Tipo II. Ladrillos o tabiques y tabicones. (huecos)

Subtipo A.-Se usan en muros interiores y exteriores en muros de carga y de relleno. Su baja absorción permite el uso de este tipo en exteriores sin recubrimiento.

Subtipo B.-Se usan en muros exteriores e interiores, en muros de carga y de relleno. En muros exteriores deben protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.

TIPO II. Ladrillos o tabiques y tabicones. (sólidos)

Subtipos D, E y F.-Tienen los mismos usos que los subtipos D, E y F del tipo I.

Los bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto, del tipo I y II pueden cumplir además, con la especificación de humedad controlada, en cuyo caso se agrega la letra H a la designación del subtipo correspondiente.

CAPÍTULO 8

ESPECIFICACIONES:

Las características que deben cumplir los bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto entregados en obra, son por lo regular las que se indican en las tablas 8.6, 8.7 y 8.8

TABLA 8.6 ESPECIFICACIONES PARA BLOQUES DE CONCRETO (TIPO I)

SUBTIPO		RESIST. MINIMA DE RUPTURA A LA COMPRESION SOBRE EL		ABSORCIÓN MÁXIMA DE AGUA FRÍA EN 24HRS LTS/M ³	VARIACIÓN MÁXIMA DEL PESO SECO CON RELACION AL PESO DE CATALOGO*
		ÁREA TOTAL (KG/CM ²)			
NORMAL	CHUMEDAD CONTROLADA	PROMEDIO DE 5 PZAS	PIEZA INDIVIDUAL	PROMEDIO DE 5 PZAS	TOLERANCIAS
HUECOS					
A1	A1H	70	56	220	+(-8)%
A2	A2H	60	48	240	+(-8)%
B	BH	40	32	290	+(-8)%
C	CH	23	18	—	+(-12)%
SÓLIDOS					
D	DH	100	80	240	+(-8)%
E	EH	70	56	290	+(-8)%
F	FH	40	32	—	+(-12)%

*VARIACIÓN MÁXIMA A PESO SECO CONSTANTE DETERMINADO EN LA PRUEBA DE ABSORCIÓN, SEGUN NORMA OFICIAL MEXICANA

APROVED DINÁMICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES.

CAPÍTULO 8

TABLA 8.7 ESPECIFICACIONES PARA LADRILLOS O TABIQUES Y TABICONES DE CONCRETO (TIPO II.)

SUBTIPO MÁXIMA		RESISTENCIA MÍNIMA DE RUPTURA A LA COMPRESION		ABSORCIÓN MÁXIMA DE AGUA FRÍA	VARIACIÓN DEL PESO SECO
CON		SOBRE EL ÁREA TOTAL (kg/cm ²)		EN 24 HRS/LTS/M ³	RELACIÓN AL PESO DE CATÁLOGO*
NORMAL	CHUMEDAD CONTROLADA	PROMEDIO 5 PZAS	PIEZA INDIVIDUAL	PROMEDIO 5 PZAS	TOLERANCIAS
HUECOS					
A	AH	100	80	240	+(-8)%
B	BH	70	56	290	+(-8)%
SÓLIDOS					
D	DH	175	140	240	+(-8)%
E	EH	100	80	290	+(-8)%
F	FH	50	40	---	+(-12)%

*VARIACIÓN MÁXIMA A PESO SECO CONSTANTE DETERMINADO EN LA PRUEBA DE ABSORCIÓN, SEGÚN NORMA OFICIAL MEXICANA.

TABLA 8.8 ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES (cm)

TIPO I BLOQUES DE CONCRETO	ANCHO		ALTURA	LARGO
	10-30	10-30	10-30	MAS DE 30
TIPO II LADRILLOS O TABIQUES Y TABICONES DE CONCRETO	10-20	HASTA 15	MAS DE 30	

Las dimensiones deben de basarse en los módulos de 10 cm o en submúltiplos, estando incluida en la dimensión total de la pieza la junta de albañilería correspondiente, recomendandose que esta sea de 10mm con una tolerancia de +(-2mm). Las tolerancias en las dimensiones de las piezas señaladas no deben de ser mayores de +(-3) mm en altura y +(-2)mm en el largo y en el ancho. Las dimensiones deben estar en cm en los catálogos de los fabricantes. Figura 8.2.

CAPÍTULO 8

EJEMPLO DE BLOQUES CON DIMENSIONES MODULARES

1 MODULO = 1 DECIMETRO = 100

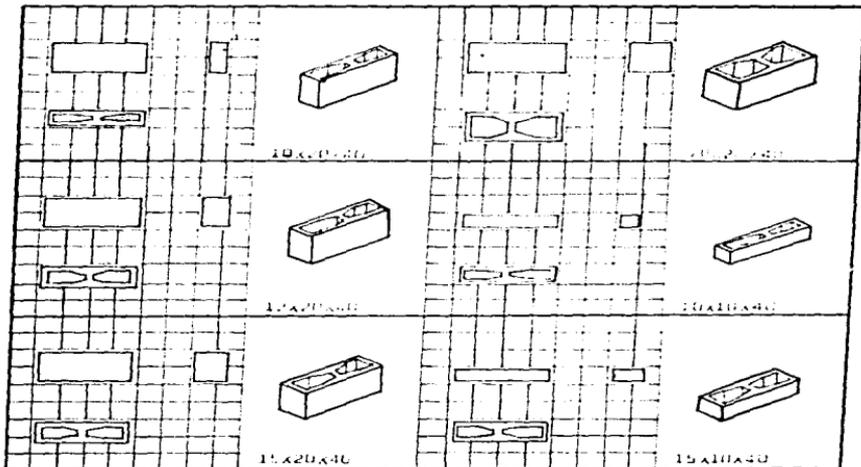
TOLERANCIA DE TRABAJO: ± 1

MEDIDA DE TRABAJO = M³

JUNTA O UNIÓN = 0

MEDIDA NOMINAL MODULAR: mm: M+10

FIGURA 8.2 DIMENSIONES MODULARES



CAPITULO 8

REALIZACIÓN DE LA PRACTICA DE COMPRESIÓN EN LADRILLOS Y BLOQUES

EQUIPO:

- Máquina universal
- Molde para cabeceo del bloque
- Flexómetro

MATERIAL:

- 5 ladrillos o tabiques de barro recocido de dimensiones tradicionales:
ancho: 14 cm
altura: 7 cm
largo: 28 cm
- Yeso para uniformizar la carga sobre el área del bloque o tabique.
- Pasta de cemento Portland (en caso necesario).

DESARROLLO:

- 1.-Se revisan los especímenes, con la finalidad de rechazar aquellos que tengan depresiones o irregularidades, ya que los tabiques deben ser con caras y extremos aproximadamente planos y paralelos. Todos los bloques, ladrillos o tabiques deben de estar exentos de grietas u otros defectos, que puedan dificultar su manejo y su resistencia en la prueba. Foto 1.
- 2.-Se anotan todas las características físicas de los especímenes a ensayar: peso, dimensiones etc. Fotos 2 y 3.

CAPÍTULO 8

3.-El número de muestras para efectuar la prueba es de 5 unidades, pero regularmente el número de unidades que se escogen al azar (lote de muestra), del lote de unidades entregadas, es como se indica en la siguiente tabla:

TAMANO DE LOTE	TAMANO DE MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	
		PIEZAS DEFECTUOSAS	
		Ac	Re
1,201 a 3,200	20	1	4
3,201 a 10,000	32	2	5
10,001 a 35,000	50	3	6
35,001 a 150,000	80	5	8
150,001 a 500,000	125	7	10
500,001 a MÁS	200	10	13

donde : Ac = Número rto aceptación
Re = Número rechazado

Si el resultado de las pruebas efectuadas está de acuerdo con las especificaciones y tolerancias de defectuosos permitidos, se debe de considerar como aceptado el lote.

4.-Pasando este lapso se recubren los especímenes en sus dos caras opuestas mayores, con el yeso para cabeceo. Una vez cabeceados los tabiques, deberán transcurrir por lo menos 16 horas dentro del horno a una temperatura de 60°C, antes de ser ensayados. Foto 4.

5.-Se prueban los especímenes apoyándolos en sus caras mayores y la carga se debe aplicar en la dirección del espesor del tabique a una velocidad uniforme de 1.3 kg/min. La carga máxima se registra para proceder a calcular la resistencia. Foto 5.

6.-Para calcular la resistencia a compresión de cada espécimen se emplea la fórmula: $R = P/A$, donde:

R = resistencia a la compresión (kg/cm²)

P = Carga máxima aplicada (kgs)

A = área promedio de las bases mayores del espécimen

7.-Por último se obtiene la resistencia a la compresión del lote de tabiques, con el promedio de resistencias individuales y se compara con los datos de la teoría.

APOYO DIDÁCTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCIÓN AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPÍTULO 8



FOTO 1



FOTO 2

ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LOS LABORATORIOS PARA LA APLICACIÓN DE
INTRODUCCIÓN AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 8

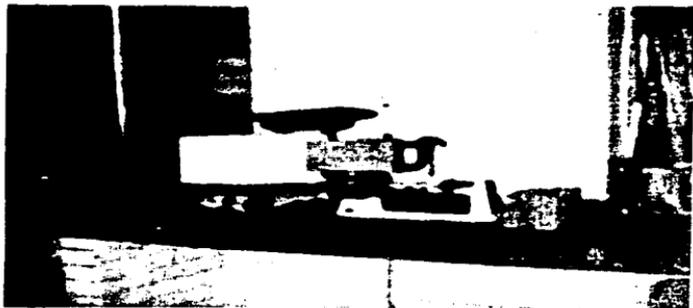


FOTO 3



FOTO 4

**APOYO DIDACTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES**

CAPITULO 8

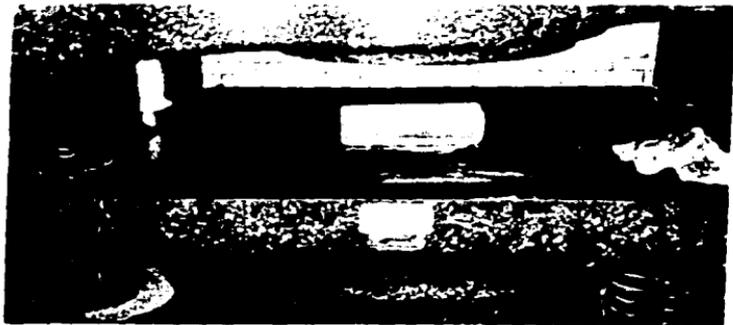


FOTO 5

CAPÍTULO 8

**RESULTADOS DE LA PRUEBA
PRUEBA DE COMPRESIÓN
MATERIAL: TABIQUE DE BARRO RECOCIDO
PROYECTO: TESIS
FECHA DE ENSAYE: 15 DE MAYO DE 1997
MUESTRAS ENSAYADAS: 5 UNIDADES**

MUESTRA NUMERO	LARGO cm l	ANCHO cm b	GRUESO cm d	PESO		CARGA		RESISTENCIA	
				kg	a la 1/a grieta kg	a la rup- tura kg	a la 1/a grieta kg/cm ²	a la rup- tura kg/cm ²	
1	23	11.5	5.2	2.22	10,050	15,200	38	57.47	
2	23.4	11.6	5.7	2.22	10,250	14,900	37.76	54.89	
3	23	11.4	5.6	2.12	10,250	16,850	39.1	64.26	
4	23.2	11.3	5.3	2.18	19,200	28,600	73.24	109.1	
5	23.4	11.6	5.4	2.23	18,300	28,000	67.42	103.2	
PROM.	23.2	11.5	5.44	2.19	13,610	20,710	51.1	77.91	

**DETERMINACIÓN DEL
PESO VOLUMÉTRICO:**

VOLUMEN PROMEDIO = 1,451.4 cm³

PESO PROMEDIO = 2.19 kgs

PESO VOLUMETRIC = 2.19/1,451.4X10⁻⁶ = 1510 kg/cm

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES DE LA PRUEBA DE COMPRESIÓN EN LADRILLOS Y BLOQUES

El tipo de tabique o ladrillo recocido, es un material que es muy utilizado en la construcción, por ser un material económico y que tiene buenos rendimientos, por lo que se trata de que este material cumpla con ciertas normas de calidad.

Una de estas normas que debe cumplir, es la resistencia a la compresión, dentro de algunos rangos que marquen las especificaciones, de esta manera nos dará un índice de seguridad, del comportamiento del material, instalado en muros de carga o de relleno.

De los materiales ensayados en esta prueba, obtenemos su clasificación; por sus características físicas, ya que en cuanto a sus dimensiones se clasifican en el tipo II, compuesto por ladrillos o tabiques y tabicones. Y en cuanto al resultado de la prueba de resistencia a la compresión, caen en el subtipo F (obsérvese la tabla 8.7), donde el promedio de la prueba en cinco especímenes para su resistencia a la compresión esta en el rango de 51 a 78 kg/cm², y en las especificaciones el rango de 50 a 100 caen en el subtipo F, del tipo II.

Por lo anterior se concluye que el tabique es de baja calidad, no debiendo ser usado en muros de carga, solamente en muros de relleno o si en dado caso cumpliera con las normas de calidad de absorción, se pueden utilizar en muros con acabados aparentes.

CAPÍTULO 9

ABSORCIÓN DE AGUA EN LADRILLOS Y BLOQUES

OBJETIVOS

-Obtener el grado de absorción de un lote de 5 ladrillos de barro recocido, con las siguientes dimensiones:

Largo: 23 cm

Ancho: 12 cm

Altura: 5 cm

-Comparar el promedio de las absorciones de las muestras con las tablas de especificaciones, clasificando los 5 especímenes (lote de muestra) de acuerdo con su tipo, calidad e índice de absorción.

CAPÍTULO 9

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, piedra triturada, piedra pómez, tezontle, arcillas expandidas, etc.

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

ABSORCIÓN:

La absorción es un fenómeno de filtración de un componente (en este caso el agua), dentro de la masa de otro (que es el espécimen). La absorción en bloques y ladrillos o tabiques es de varios tipos, y cada tipo es destinado para un uso específico dentro de la

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 carga.

b) Tabiques huecos de absorción MEDIA: se utilizan para muros interiores y exteriores, siempre y cuando los proteja un 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 sea en exteriores con zonas húmedas, en interiores no tienen necesidad de recubrimiento.

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 se debe usar recubrimiento.

e) Tabiques sólidos de ALTA absorción: definitivamente no son recomendables para exteriores, se utilizan en muros de relleno o de carga en interiores, siempre y cuando tengan recubrimiento.

CAPITULO 9

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN:

A los bloques, ladrillos o tabicones de concreto se les define como: materiales de construcción que poseen forma prismática rectangular, que pueden ser sólidos o huecos, fabricados con cemento y agregados apropiados, tales como la arena, grava, piedra triturada, piedra pómez, escoria volcánica o tezontle, arcillas o pizarras expandidas, etc.

Corazón es el hueco o celda de forma diversa que se encunetra contenida dentro de los bloques, ladrillos o tabiques o tabicones.

Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones huecos son aquellos que contienen uno o varios corazones, veáse la figura 9.1 inciso a y d.

Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones sólidos son aquellos que no contienen corazón. obsérvese en la figura 9.1 el rango de sus dimensiones incisos b y c.

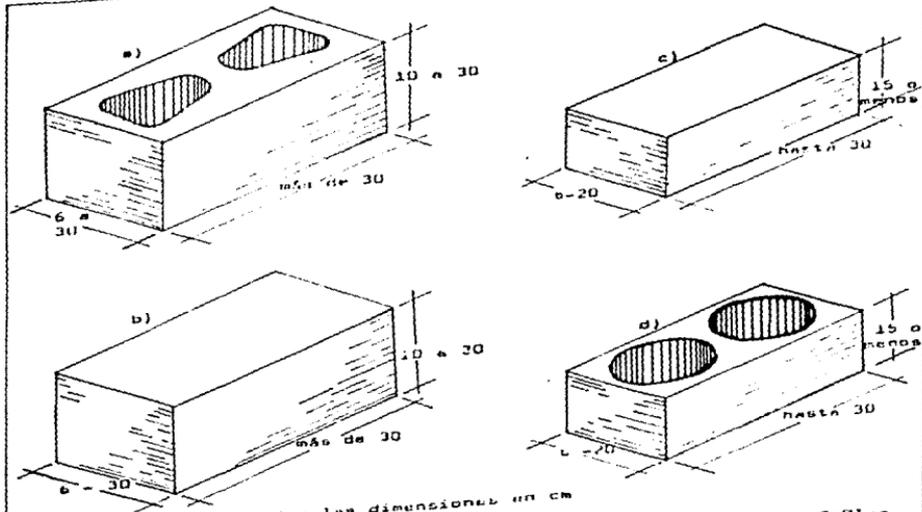
FABRICACIÓN:

Con el cemento se puede fabricar toda clase de elementos constructivos, generalmente se emplean el cemento Portland y agregados cuyas características varían según la densidad, dureza, resistencia u otras propiedades que se deseen obtener.

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 lo cual se obtienen los más compactos o impermeables. También se encuentran en el mercado los curados por aspersión de agua o vapor, en autoclave o por métodos de rápido fraguado y carbonatación. Los moldes empleados son generalmente metálicos, con los cuales se les da forma y dimensiones al elemento, de ahí que se tengan infinidad de formas y apariencias.

CAPITULO 9

figura 9.1



BLOQUES DE CONCRETO

- a) Hueco con una o más perforaciones de cualquier forma y tamaño.
- b) Sólido

LADRILLOS O TABIQUES Y TABLONES DE CONCRETO

- c) Sólido
- d) Hueco con una o más perforaciones de cualquier forma y tamaño.

CAPÍTULO 9

Para observar las características más importantes en bloques tomaremos dos tipos más comunes: los denominados 8" y 6" (medidas que nos determinan el ancho de muro resultante) tabla 9.2

BLOCK DE 6"	BLOCK DE 8"
15 cm de ancho	20 cm de ancho
20 cm de peralte	20 cm de peralte
40 cm de largo	40 cm de largo
2 huecos	2 huecos
Peso por pieza: 12.2 kg	Peso por pieza 16.2 kg
Número de piezas por m ² : 12.5	Número de piezas por m ² : 12.5
Peso por m ² de colado: 165 kg	Peso por m ² de colado: 240
Resist. a compresión: 40 kg/cm ²	Resist. a compresión: 42kg/cm ²
Mortero para colocación: 0.015 m ³ /pza.	Mortero para colocación: 0.020m ³ /pza

TABLA 9.2 ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL BLOCK DE 6 Y 8"

El tabique o tabicón es similar al block en su constitución, pero en su forma varía, debido a que generalmente no tiene huecos, sus dimensiones son menores y existe tanta variedad de tamaños, comúnmente se emplean en casas habitación, en los que sobresalen: el tabicón mediano de 10X12X24 cm y el tabicón pesado de 10X12X24 cm, de 4 y 7 kg de peso respectivamente.

CAPÍTULO 9

LADRILLOS, TABIQUES Y BLOQUES DE BARRO RECOCIDO:

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 diferencias en las piezas, generalmente son macizos, presentan de 15 a un 20% de absorción y resistencia a la compresión de 20 a 100 kg/cm² entre ellos tenemos 3 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, estos se obtienen cuando la cocción es excesiva.
- c)Recocidos: su cocción, textura y color son uniformes, y no presentan deformaciones 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 las edificaciones, con su uso aparente, y en los muros en los cuales se utilizan, presentan características aislantes, térmicas y acústicas, entre este grupo se tienen tres tipos:

1.-Hueco vertical: presenta una resistencia a la compresión que llega a ser hasta 150 kg/cm², sus perforaciones permiten alojar en su interior castillos armados, ductos de instalaciones eléctricas, hidráulicas, de gas, etc.

CAPITULO 9

2.-**Hueco horizontal:** es aquel cuya resistencia puede llegar a ser 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 más ligereza al muro.

3.-**Perforado:** se denomina así a la pieza que contiene perforaciones o taladros en sentido vertical, en un volumen superior al 10%, tienen las mismas ventajas que los huecos, pero sus resistencias son mayores y el número de perforaciones es también mucho mayor.

4.-**Macizo,** este tabique llega a alcanzar una resistencia de 170 kg/cm² a la compresión. Es de forma completamente regular, es duro y homogéneo y se puede cortar con facilidad y al hacerlo se observa una superficie ligeramente porosa.

LADRILLOS Y TABIQUES REFRACTARIOS

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

En las tablas 9.3 y 9.4 se muestran algunas especificaciones obtenidas de los principales fabricantes de estos materiales, como se observa se tienen una gran diversidad, dentro de la cual se puede escoger el idóneo para la necesidad de una obra determinada.

CAPÍTULO 9

TABLA 9.3 ESPECIFICACIONES EN LADRILLOS DE CERÁMICA

CARACTERÍSTICAS	DENOMINACIÓN			
	TOCHO SÓLIDO	TOCHO RETICULAR	CONTRATISTA	MEXICANO
TAMAÑO NOMINAL (cm)	6x10x20	6x10x20	6x12x24	7x14x28
PESO UNITARIO (kg)	1.75	1.35	1.9	2.4
PZAS. POR M ²	71	71	56	40
JUNTA RECOMENDABLE (mm)	10	10	13	15
RESIST. COMPRESIÓN (kg/cm ²)	210	150	150	150
GRADO DE CALIDAD	A	B	B	B
MORTERO/MILLAR (m ³)	0.36	0.26	0.42	0.45
TIPO DE MORTERO	1:1/2:4 1/2	1:1/4:3	1:1/4:3	1:1/4:3

TABLA 9.4 ESPECIFICACIONES EN TABIQUES Y BLOCK DE CERÁMICA

CARACTERÍSTICAS	DIMENSION cm.	PESO PZA. (kgs)	PESO/m ² (kg)	RESIST. COMPRESION (kg/cm ²)
TABIQUE HUECO VERTICAL	6X10X20	1.2	68	150
BLOCK HUECO VERTICAL	10X10X20	2	43	140
TABIQUE HUECO VERTICAL	6X12X24	1.6	60	150
BLOCK HUECO VERTICAL	12X12X24	3.2	30	150
BLOCK HUECO HORIZONTAL	10X12X24	2.8	30	55
FACHALETA	1.5X6X20	0.4	68	80

CAPÍTULO 9

CLASIFICACIÓN

La tabla 9.5 ilustra la clasificación de los bloques, ladrillos y tabiques o tabicones.

TIPO	ELEMENTOS	FORMAS	SUBTIPO
I	BLOQUE	HUECO	A B C D
		SÓLIDO	E F
II	LADRILLOS O TABIQUE Y TABICON	HUECO	A B D
		SÓLIDO	E F

TIPO I. Bloques huecos:

Subtipo A.-Se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y relleno. Su baja absorción permite el uso de este subtipo de bloques en exteriores, sin recubrimiento.

Subtipo B.-Se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y relleno. En muros exteriores deben de protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.

Subtipo C.-Se usan exclusivamente en muros interiores de relleno. Por su alto porcentaje de absorción no es recomendable su uso en exteriores y en caso de hacerlo, deben protegerse perfectamente de la intemperie por medio de un recubrimiento o sellador impermeable.

CAPÍTULO 9

Tipo 1. Bloques sólidos:

Subtipo D.-Se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y relleno. Su baja absorción permite su uso en exteriores sin recubrimiento.

Subtipo E.-Se usan en muros exteriores, en muros de carga y relleno. En muros exteriores deben protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.

Subtipo F.-Se usan exclusivamente en muros interiores de relleno. Por su alto porcentaje de absorción no es recomendable su uso en exteriores y en caso de hacerlo, deben protegerse perfectamente de la intemperie por medio de un recubrimiento o sellador impermeable.

Tipo II. Ladrillos o tabiques y tabicones. (huecos)

Subtipo A.-Se usan en muros interiores y exteriores en muros de carga y de relleno. Su baja absorción permite el uso de este tipo en exteriores sin recubrimiento.

Subtipo B.-Se usan en muros exteriores e interiores, en muros de carga y de relleno. En muros exteriores deben protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.

TIPO II. Ladrillos o tabiques y tabicones. (sólidos)

Subtipos D, E y F.-Tienen los mismos usos que los subtipos D, E y F del tipo I.

Los bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto, del tipo I y II pueden cumplir además, con la especificación de humedad controlada, en cuyo caso se agrega la letra H a la designación del subtipo correspondiente.

CAPÍTULO 9

ESPECIFICACIONES:

Las características que deben cumplir los bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto entregados en obra, son por lo regular las que se indican en las tablas 9.6, 9.7 y 9.8

TABLA 9.6 ESPECIFICACIONES PARA BLOQUES DE CONCRETO (TIPO I)

SUBTIPO		RESIST. MINIMA DE RUPTURA A LA COMPRESIÓN SOBRE EL		ABSORCIÓN MÁXIMA DE AGUA FRÍA	VARIACIÓN MÁXIMA DEL PESO SECO CON
		ÁREA TOTAL (KG/CM ²)		EN 24HRS LTS/M ³	RELACION AL PESO DE CATALOGO*
NORMAL	CHUMEDAD CONTROLADA	PROMEDIO DE 5 PZAS	PIEZA IN- DIVIDUAL	PROMEDIO DE 5 PZAS	TOLERANCIAS
HUECOS					
A1	A1H	70	56	220	+(-8)%
A2	A2H	60	48	240	+(-8)%
B	BH	40	32	290	+(-8)%
C	CH	23	18	---	+(-12)%
SÓLIDOS					
D	DH	100	80	240	+(-8)%
E	EH	70	56	290	+(-8)%
F	FH	40	32	---	+(-12)%

*VARIACIÓN MÁXIMA A PESO SECO CONSTANTE DETERMINADO EN LA PRUEBA DE ABSORCIÓN, SEGUN NORMA OFICIAL MEXICANA

CAPÍTULO 9

TABLA 9.7 ESPECIFICACIONES PARA LADRILLOS O TABIQUES Y TABICONES DE CONCRETO (TIPO II.)

SUBTIPO		RESISTENCIA MÍNIMA DE RUPTURA A LA COMPRESION SOBRE EL ÁREA TOTAL (kg/cm ²)		ABSORCIÓN MÁXIMA DE AGUA FRÍA EN 24 HRS/LTS/M ³	VARIACIÓN MÁXIMA DEL PESO SECO CON RELACION AL PESO DE CATALOGO*
		PROMEDIO 5 PZAS	PIEZA INDIVIDUAL		
NORMAL	CI/UMEDAD CONTROLADA			PROMEDIO 5 PZAS	
HUECOS					
A	AH	100	80	240	+(-8)%
B	BH	70	56	290	+(-8)%
SÓLIDOS					
D	DH	175	140	240	+(-8)%
E	EH	100	80	290	+(-8)%
F	FH	50	40	---	+(-12)%

*VARIACIÓN MÁXIMA A PESO SECO CONSTANTE DETERMINADO EN LA PRUEBA DE ABSORCIÓN, SEGUN NORMA OFICIAL MEXICANA.

TABLA 9.8 ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES (cm)

TIPO I BLOQUES DE CONCRETO	ANCHO		ALTURA	LARGO
	10-30	10-30	MÁS DE 30	
TIPO II LADRILLOS O TABIQUES Y TABICONES DE CONCRETO	10-20	HASTA 15	MÁS DE 30	

Las dimensiones deben de basarse en los módulos de 10 cm o en submúltiplos, estando incluida en la dimensión total de la pieza la junta de albañilería correspondiente, recomendandose que esta sea de 10mm con una tolerancia de +(-2mm). Las tolerancias en las dimensiones de las piezas señaladas no deben de ser mayores de +(-3) mm en altura y +(-2)mm en el largo y en el ancho. Las dimensiones deben estar en cm en los catálogos de los fabricantes. Figura 9.2.

CAPÍTULO 9

BLOQUES CON DIMENSIONES MODULARES

1 MODULO = 1 DECIMETRO \square

MEDIDA DE TRABAJO - M

TOLENCIA DE TRABAJO - T. F.

JUNTA O UNION - U

MEDIDA NOMINAL MODULAR (MM) - METRO

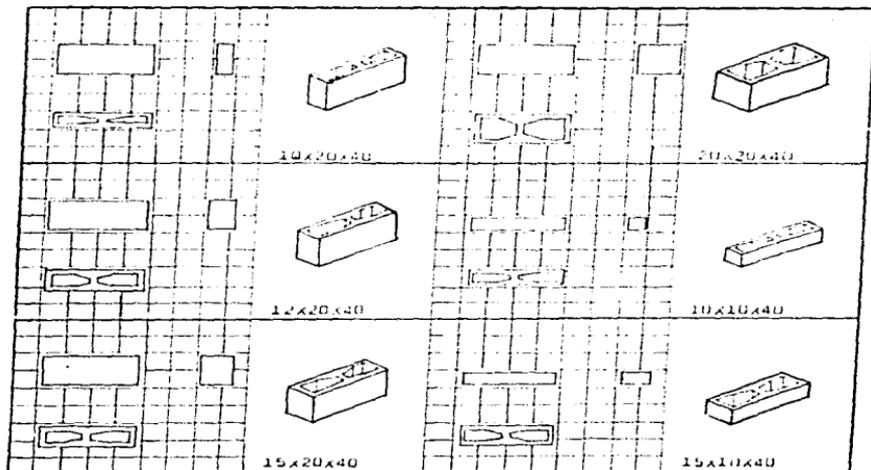


FIGURA 9.2 DIMENSIONES MODULARES

CAPÍTULO 8

REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE ABSORCIÓN

EQUIPO

- Báscula con capacidad de 2 kg y aproximación de 0.5 gms.
- Horno.
- Termómetro.
- Paño húmedo.
- Recipiente para saturar de agua a los especímenes.

MATERIAL

- 5 Ladrillos o tabiques de barro recocido de las dimensiones siguientes:
largo: 28 cm
ancho: 14 cm
altura: 7 cm
- Agua limpia.

CAPITULO 9

DESARROLLO:

- 1.-Se escogen al azar 3 o 5 tabiques de barro recocido, cuidando que sean aceptables físicamente, es decir no deben tener mutilaciones o defectos en las dimensiones. Foto 1.
- 2.-Se anotan todas las características físicas de los especímenes, dimensiones, pesos, etc. Foto 2.
- 3.-Se secan los especímenes en el horno a una temperatura de 100 a 115 °C, de tal modo que en dos intervalos considerables de tiempo de (15 a 20 horas), se obtengan un peso constante. Foto 3.
- 4.-Se sumergen los especímenes secos, en un recipiente con agua, debiendo encontrarse el agua a una temperatura de 15 a 30 °C, durante un lapso de 24 horas. Foto 4.
- 5.-Se extraen del agua los especímenes y se secan superficialmente, usando un paño húmedo. Se pesan antes de que transcurran 5 minutos de haberlos sacado del agua, registrandose el peso de cada uno. Fotos 5 y 6.
- 6.-Se calcula la absorción de cada espécimen con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de absorción: } (P_h - P_s) \times 100 / P_s$$

donde: P_s = peso seco del espécimen (kgs)

P_h = peso húmedo, que resulta de la inmersión de 24 horas en agua de las muestras quedando saturadas. (kgs)

- 7.-Se calcula el promedio de las absorciones y se comparan los resultados con las tablas de especificaciones.

APOYO DIDACTICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE
INTRODUCCION AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPÍTULO 9



FOTO 1



FOTO 2

ABOYO DIDACTICO EN PUEBLOS DE CADASTRO PARA LA APLICACION DE
INTRODUCCION AL COMERCIO DE MATERIAS

CAPITULO 9



FOTO 3



FOTO 4

EXPOSICIÓN DE MATERIALES EN UN LABORATORIO PARA LA ESTIMACIÓN DE
INTRODUCCIÓN AL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

CAPITULO 9



FOTO 5



FOTO 6

CAPÍTULO 9

RESULTADOS DE LA PRUEBA

PRUEBA DE ABSORCIÓN EN TABIQUES
MATERIAL: TABIQUE DE BARRO RECOCIDO
PROYECTO: T E S I S
FECHA DE ENSAYE: 15 DE MAYO DE 1997
MUESTRAS ENSAYADAS: 5 UNIDADES

MUESTRA NÚMERO	PESO EN SECO (P _s) kgs	IMPRESIÓN DE AGUA		INTERVALO HORAS	PESO SATU- RADO (P _h) kgs	% ABSORCIÓN (P _h -P _s)x100/P _s
		TIEMPO EN HORAS INMERSIÓN, EXTRACCIÓN				
1	2.11	09:00	09:00	24	2.57	21.8
2	2.11	09:00	09:00	24	2.55	20.85
3	2.04	09:00	09:00	24	2.45	20.10
4	2.09	09:00	09:00	24	2.48	18.66
5	2.10	09:00	09:00	24	2.53	20.48

PROMEDIO 20.378

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES DE LA PRUEBA DE ABSORCIÓN

La prueba de absorción en materiales como los ladrillos y tabiques es una prueba importante, porque se determina si estos materiales cumplen con las pruebas de calidad necesarias. De no ser así, se puede originar serios problemas, como lo son por ejemplo la filtración de humedad en muros, y como consecuencia la rápida disgregación de los materiales, provocando la lenta destrucción de las edificaciones, y por lo tanto su demeritación.

Otra consecuencia de tabiques y ladrillos de alto contenido de absorción, es que mantengan una habitación, con un alto contenido de humedad, provocando condiciones desfavorables para la salud y el confort de sus habitantes. Y aunque esto tenga solución técnica, por medio de la impermeabilización de los muros, es importante siempre que se tengan materiales de calidad necesaria, para no afectar en este caso la economía.

CAPÍTULO 10

CONCLUSIONES GENERALES

Al final de este trabajo se observa la importancia que tienen los materiales, principalmente el concreto, elemento indispensable en la construcción, que tiene un verdadero tema de estudio. Es en realidad un material que se le encuentra en todas partes desde una casa habitación, hasta la construcción de puentes, hospitales, presas, universidades, etc. El concreto es un elemento que forma parte de nuestra vida cotidiana y que si bien no es vital, pero si es indispensable, por lo cual se le ha estudiado desde sus componentes, para hacerlo más eficaz, así como de los esfuerzos a los que es sometido en las estructuras de edificaciones importantes, y en las deformaciones a las que es susceptible, en cierta manera pequeñas.

En la prueba de flexión en vigas de concreto se observo que las deformaciones en los especimenes son minimas, porque en seguida se presenta la ruptura en la viga en forma súbita y espontánea, los momentos flexionantes provocan la tensión en una parte de la viga provocando que esta falle en dicha zona. Al agregarle acero a la viga se observo que aumenta considerablemente su resistencia a la flexión, incluso aumenta su flecha máxima (que es el principal indice de deformación), en la viga de concreto sub-reforzado se le agrego más cantidad de acero que la anterior, observándose que en esta viga aumento más aún su resistencia, al igual que su flecha máxima, pero cabe sonalar algo que considero de gran importancia, y es que en la viga de concreto simple falla el concreto por tensión, en la viga de concreto reforzado, falla el acero, porque en realidad es muy poco, y por último en la viga de concreto sub-reforzado, el que falla es el concreto, y esto es debido a que la fuerza aplicada rompe las capas superiores de la viga antes de que el acero empiece a fluir. Por último se sorprende que en un elemento de fabricación natural como lo es la viga de madera, tenga tanta resistencia a la flexión.

CAPÍTULO 10

La madera es un material que se utiliza bastante en la construcción, pero en los últimos años se ha encarecido este material por razones obvias de sobreexplotación del mismo, la cual ha destruido grandes reservas naturales, por lo que la construcción tiene que sustituir a este material, buscando nuevas tecnologías que eviten la destrucción de la naturaleza, o por lo menos la disminuyan.

Lo que en realidad le da gran importancia al concreto, y el cual es un índice de su calidad, es su gran resistencia a la compresión, donde es sometido a esfuerzos normales debidos a la aplicación de una carga axial en un cilindro de concreto a diferentes edades, de las cuales se observe en el diagrama de esfuerzo-deformación respectivo, que el concreto se deforma menos al aumentar la edad, caso contrario a lo que le pasa a su resistencia, ya que esta aumenta con dicha edad. Lo que debe señalarse en esta prueba de compresión en el concreto, es de que su resistencia se ve afectada por varios factores que a veces no se pueden anular, por no tener el equipo y conocimiento adecuado, siendo así difícil controlar todas las variables que afectan a dicha prueba. Es en esta prueba donde se verifica más claramente que el material es un elemento no elástico, ya que los diagramas esfuerzo-deformación son totalmente curvos, lo que anula totalmente la idea de elasticidad, porque en ensayos de materiales elásticos se construyen diagramas lineales.

La prueba de tensión en el concreto, por lógica debiera ser con carga de tensión uniaxial, a que se debe someter un cilindro de concreto, pero se ha comprobado en estudios recientes, que la prueba que más se acerca a resultados confiables es la prueba en la que se somete el espécimen a una carga de compresión diametral, llamada prueba brasileña, siendo una prueba fácil, rápida y relativamente económica.

CAPÍTULO 10

En lo que respecta al acero de refuerzo sometido a tensión axial, se concluye que en este material existen rangos elásticos en ciertos límites de carga y esfuerzo, los cuales al ser rebasados, se tiene un comportamiento plástico en el acero. Las deformaciones que se presentan en este material son verdaderamente grandes en comparación con el concreto, y la forma de falla por lo regular es de forma de cuello de botella o de cráter, habiendo algunas excepciones debidas a bajas temperaturas o a las altas concentraciones de carbono y a velocidades de carga incorrectas.

Los datos en la prueba de compresión simple en suelos se ven poco confiables, debido a que esta prueba no controla a la mayoría de variables que se presentan al realizar este ensayo, debido tanto en las condiciones de obtención de la muestra, como en las condiciones en que se llevó al cabo la prueba.

En general puede concluirse que el presente trabajo representa una ayuda que puede ser de utilidad para el alumno que se inicia en las prácticas de laboratorio, ya que como se sabe, la materia de Introducción al Comportamiento de Materiales es de tercer semestre y es el primer laboratorio que el alumno encuentra a su paso en la carrera de ingeniero civil, impartida en la E.N.E.P. Aragón.

Aunque la información de las tesis no son muy consultadas por los alumnos, se trató que en este trabajo se conjugarán dos elementos, que pocas veces se encuentran en un sólo archivo bibliográfico y que obligan a la utilización de varios libros para obtener información de los conceptos básicos de cada práctica. Uno de esos elementos es que se presenta a manera de introducción un conocimiento teórico sobre los materiales a ensayar, como pueden ser los tipos de esfuerzo a que se sometan los materiales, esquemas de ensayo, especificaciones utilizadas en los ensayos, etc.

CAPÍTULO 10

Y como segundo elemento es la experiencia práctica dada en el laboratorio, donde se señalan pasos a seguir en el desarrollo de las pruebas, así como también recomendaciones, surgidas del producto de las experiencias en el desarrollo de cada ensayo, que a manera de juicio se consideran importantes de mencionar para el mejor desarrollo de las pruebas. Otros elementos importantes en los capítulos son: algunos datos característicos, tablas, gráficas, fórmulas, etc., que por lo regular no se tienen a la mano porque son ajenos a un manual de prácticas y sucede que se deben consultar en varios libros.

Claro está que este material no va enfocado a la situación de que el alumno no investige, sino de dar un esquema general en el desarrollo de una prueba, para hacer más ágil el aprendizaje al tema de comportamiento de Materiales.

Por último se trató de que las prácticas sean fácilmente reproducibles en las instalaciones del laboratorio, con equipo existente y materiales fáciles de conseguir.

BIBLIOGRAFÍA:

1.-RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

AUTOR: ROBERT W. FITZGERALD.

EDITORIAL: REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A., 447 P.

2.-RESISTENCIA DE MATERIALES (VOLUMEN I. Y II)

AUTOR: EUGENIO PESCHARD (1/a. EDICIÓN)

EDITORIAL: DIRECCIÓN GENERAL DE PUBLICACIONES DE LA U.N.A.M., 363 P (VOL.I), 227 P (VOL.II).

3.-ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS INDETERMINADAS

AUTOR: J. STERRLING KINNEY, (1/a.EDICIÓN)

EDITORIAL: C.E.C.S.A., 718 P.

4.-DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

AUTOR: BORIS BRESLER. (1/a.EDICIÓN)

EDITORIAL: LIMUSA, 926 P.

5.-ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO.

AUTOR: GOZÁLEZ CUEVAS Y ROBLES. (1/a. EDICIÓN).

EDITORIAL: LIMUSA, 675 P.

6.-MANUAL DEL ASFALTO.

AUTOR: INSTITUTO DEL ASFALTO, (1/a.EDICIÓN).

EDITORIAL: URMO. 477 P.

7.-DISEÑO DEL CONCRETO ARMADO

AUTOR: JOHN L. TANNER. (1/a.EDICIÓN).

EDITORIAL: Mc Graw-Hill, 349 P.

8.-ENSAJE E INSPECCIÓN DE LOS MATERIALES EN INGENIERÍA

AUTOR: HARMER E. DAVIS, GEORGE EARL. (3/a.EDICIÓN).

EDITORIAL: C.E.C.S.A., 319 P.

9.- DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS

NORMAS OFICIALES MEXICANAS:

- a) C-16-1973: "BLOQUES LADRILLOS Y TABIQUES DE CONCRETO"
- b) C-314-1988: "INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, CONCRETO"