**Ensayo a compresión de cilindros de concreto**

1. INTRODUCCION.  
En la actualidad son un sin número de elementos estructurales con que el ingeniero civil cuenta a su disposición, para de manera optima y consiente elija cual es el más ideal para llevar a cabo una construcción basándose esta escogencia en los tipos de cargas que van a resistir.  
Es por esto que es de vital importancia antes de ejecutar cualquier proyecto realizar todo tipo de ensayos y pruebas a través de las cuales se pueda determinar el comportamiento de los elementos a la hora de la implementación de las estructuras, en el campo de la ingeniería civil se encuentran numerosos ensayos como el ensayo a tracción, ensayo a compresión, en este caso hablaremos del ensayo a compresión ya que esta es una de las propiedades del concreto que mas nos interesa, el concreto como material de construcción presenta alta resistencia a la compresión pero con baja resistencia a la tensión, es por esto que en este laboratorio se busca determinar que tan resistente es un concreto cuando este es sometido a una fuerza axial y los esfuerzos y deformaciones que se generan a base de la acción de esta fuerza.  
  
2. OBJETIVO.  
El objetivo principal del ensayo consiste en determinar la máxima resistencia a la compresión de un cilindro de muestra de un concreto frente a una carga aplicada axialmente.  
  
3. MATERIALES.  
· Cilindro de concreto de longitud de 30cm con diámetro de 15cm.  
· Maquina universal para aplicar carga.  
· Dial de carga.  
  
4. MARCO TEORICO  
· ENSAYO A COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO.  
La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto, dada la importancia que reviste esta propiedad, dentro de una estructura convencional de concreto reforzado, la forma de expresarla es, en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm2 y con alguna frecuencia lb/pulg2(p.s.i). La equivalencia que hay entre los dos es que 1 psi es igual a 0.07kg/cm2. Aunque hoy en día se ha acogido expresarla en MPa de acuerdo con el sistema internacional de unidades.  
La forma de evaluar la resistencia del concreto es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo. Para las primeras se utilizan tres tipos de muestras: cilindros, cubos y prismas. Para las segundas hay diferentes sistemas.  
El ensayo de compresión es meramente lo contrario del de tensión con respecto a la dirección o el sentido del esfuerzo aplicado. Las razones generales para la elección de uno u otro tipo de ensayo se establecieron. Asimismo, un numero de principios generales se desarrollo a través de la sección sobre el ensayo de tensión sobre los cuales son igualmente aplicables al ensayo de compresión. Existen, sin embargo, varias limitaciones especiales del ensayo de compresión a las cuales se debe dirigir la atención: La dificultad de aplicar una carga verdaderamente concéntrica o axial. El carácter relativamente inestable de este tipo de carga en contraste con la carga tensiva, Existe siempre una tendencia al establecimiento de esfuerzos flexionantes y a que el efecto de las irregularidades de alineación accidentales dentro de la probeta se acentúa a medida que la carga prosigue. La fricción entre los puentes de la maquina de ensayo o las placas de apoyo y las superficies de los extremos de la probeta debido a la expansión lateral de esta. Esto puede alterar considerablemente los resultados que se obtendrían si tal condición de ensayo no estuviera presente. Las áreas seccionales, relativamente mayores de la probeta para ensayo de compresión para obtener un grado apropiado de estabilidad de la pieza. Esto se traduce en la necesidad de una maquina de ensayo de capacidad relativamente grande o probetas tan pequeñas y por lo tanto, tan cortas que resulta difícil obtener de ellas mediciones de deformación de precisión adecuada. Se supone que se desean las características simples del material y no la acción de los miembros estructurales como columnas, de modo que la atención se limita aquí al bloque de compresión corto.  
El ensayo mas universalmente reconocido para ejecutar pruebas de resistencia mecánica a la compresión simple es el ensayo de probetas cilíndricas, las cuales se funden en moldes especiales de acero o hierro fundido que tienen 150mm de diámetro por 300mm de altura (relación diámetro: altura 1:2).Los procedimientos relativos a este ensayo se encuentran especificados en las normas NTC 550 y 673 que hacen referencia a la confección de cilindros y al ensayo de resistencia compresión.  
Una vez que la muestra de concreto fresco ha sido correctamente seleccionada de acuerdo con los procedimientos descritos en la norma NTC 454, de manera que sea representativa de toda la masa, se procede de la siguiente manera:  
Antes de colocar el concreto en el molde, es necesario aceitar el interior del cilindro para evitar que el concreto se adhiera al metal; para hacer esto, es suficiente untar las paredes y el fondo con una brocha impregnada de aceite mineral; la capa de aceite debe ser delgada y en el fondo no debe acumular aceite.  
El cilindro se llena en tres capas de igual altura (10cm) y cada capa se apisona con una varilla lisa de 16mm de diámetro con uno de sus extremos redondeados, la cual se introduce 25 veces por capa en diferentes sitios de la superficie del concreto, teniendo en cuenta de que la varilla solo atraviese la capa que se esta compactando, sin pasar a la capa siguiente. Al final de la compactación se completa el llenado del molde con más mezcla y se alisa la superficie con la ayuda de un palustre o de una regla.  
Una vez que se ha llenado cada capa, se dan unos golpes con la varilla o con un martillo de caucho a las paredes de este, hasta que la superficie del concreto cambie de mate a brillante, con el objeto de eliminar las burbujas de aire que se hayan podido adherir al molde o hayan quedado embebidas en el concreto. Los cilindros recién confeccionados deben quedar en reposo, en sitio cubierto y protegidos de cualquier golpe o vibración y al día siguiente se les quita el molde cuidadosamente. Inmediatamente después de remover el molde, los cilindros deben ser sometidos a un proceso de curado en tanques de agua con cal, o en un cuarto de curado a 23ºC, con el fin de evitar la evaporación del agua que contiene el cilindro, por la acción del aire o del sol, y en condiciones estables de temperatura para que el desarrollo de resistencia se lleve a cabo en condiciones constantes a través del tiempo. En estas condiciones los cilindros deben permanecer hasta el día del ensayo.  
La resistencia a la compresión del concreto se mide con una prensa que aplica carga sobre la superficie del cilindro (Norma NTC 673). Generalmente esta superficie es áspera y no plana, lo cual puede conducir a concentraciones de esfuerzo que reducen considerablemente la resistencia real del concreto. Una falta de planicie de 0.25mm puede reducir a un tercio la resistencia. Para remediar esta situación, normalmente se hace un refrentado o cabeceado de las tapas del cilindro con materiales como yeso o mezclas compuestas de azufre, tal como se especifica en la norma NTC 504. La resistencia a la compresión, se acostumbra a dar en términos de esfuerzo o sea fuerza por unidad de área, en kg/cm2  
  
· COMO REALIZAR LA PRUEBA DE RESISTENCIA DEL CONCRETO.  
Los cilindros para pruebas de aceptación deben tener un tamaño de (15x30cm), las probetas mas pequeñas tienden a ser mas fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio.el diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto.  
· Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se cabecean con mortero azufre (ASTM C617) o con almohadillas (ASTM C1231).El cabeceo de azufre se debe aplicar como mínimo dos horas antes y preferiblemente un día antes de la prueba.  
· El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre si a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los diámetros medidos difieren en más de 2% no se debe someter a prueba el cilindro.  
· Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en mas de 0.5% y en los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002 pulgadas.

RESISTENCIA  
· Los cilindros se deben centrar en la maquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. El régimen de carga con maquina hidráulica se debe mantener en un rango de 0.15 a 0.35MPa/s durante la ultima mitad de la fase de carga.Se debe anotar el tipo de ruptura. La fractura cónica es un patrón común de ruptura.  
· La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área promedio de la sección.ASTM C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común. Se someten a prueba por lo menos dos cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, al intervalo más próximo de 0.1 MPa.  
· El técnico que efectúe la prueba debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura y todo defecto que presenten los cilindros o su cabeceo. Si se mide, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada.  
· La mayoría de las desviaciones con respecto a los procedimientos estándar para elaborar, curar y realizar el ensaye de las probetas de concreto resultan en una menor resistencia medida.  
· El rango entre los cilindros compañeros del mismo conjunto y probados a la misma edad deberá ser en promedio de aproximadamente 2 a 3% de la resistencia promedio.Si la diferencia entre los dos cilindros compañeros sobrepasa con demasiada frecuencia 8%, o 9.5% para tres cilindros compañeros, se deberán evaluar y rectificar los procedimientos de ensayo en el laboratorio.  
· Los informes o reportes sobre las pruebas de resistencia a la compresión son una fuente valiosa de información para el equipo del proyecto para el proyecto actual.  
  
1. ANALISIS DE RESULTADOS.  
  
· Datos del ensayo: cilindro de 14.5 cm de diámetro y 1 pie de altura  
· Carga máxima: la carga máxima (pmax ) alcanzada en el ensayo fue de 20567 kg lo cual corresponde al valor de 20.567 toneladas en el cual el cilindro de concreto fallo.  
· Resistencia ultima:  
La resistencia última se determina a partir de la siguiente ecuación:  
  
Rum=Pmax/S  
Donde P: carga máxima aplicada.  
S: sección transversal del cilindro utilizado  
  
S=π\*(15cm)2/4  
S=176.71cm2  
  
A partir de esto se determino la resistencia última o el esfuerzo máximo:  
  
Rum=esfuerzo máximo= 20567kg/176.71cm2  
  
Rum= 116.39kg/cm2  
  
Esfuerzo máximo=116.39kg/cm2/0.07=1662.71psi  
  
Este valor obtenido para el esfuerzo máximo corresponde al valor teórico porque como ya se ha visto la norma el cilindro de concreto es de 15 cm de diámetro. El valor real de la resistencia última se calcula utilizando el diámetro de 14.5 cm de esta manera el valor es:  
  
Sreal=π\*(14.5cm)2/4  
Sreal=165.129cm2  
Rum=20567 kg/165.129cm2  
Rum=124.55kg/cm2  
Esfuerzo máximo=124.55kg/cm2/0.07=1779.29psi  
  
A partir de los datos obtenidos de resistencia se procedió a calcular el modulo de elasticidad del concreto de la siguiente manera:  
  
Ec=0.034 Wc(f’c)1/1.5  
  
Donde Wc= peso unitario del concreto  
f’c= resistencia del concreto  
Ec= modulo de elasticidad del concreto  
  
Asumiendo el valor del peso unitario de un concreto normal como el valor medio entre 1450-2450 (kg/cm3) y así se obtuvo un valor para el modulo de elasticidad:  
  
Ec=0.034\*1950kg/cm3\*(1779.29kg/cm2)1/1.5  
Ec=954049180.3Mpa  
  
Ahora utilizando la formula Δ=PL/AE se puede obtener un valor aproximado de la deformación a partir del modulo de elasticidad calculado:  
  
Δ=20567kg\*30cm/(165.129cm2\*9735.19kg/cm2)  
Δ=0.38cm  
Δ=3.83mm  
  
Este valor obtenido no es valor un exacto pero nos da una referencia de mas o menos cuanto es la deformación y la manera en que esta se calcula.  
  
  
2. CONCLUSIONES.  
  
A través del ensayo realizado en el laboratorio se puede concluir que el concreto presenta alta resistencia a la compresión, de la misma forma se pudo determinar que tan resistente es el material cuando este es sometido a cargas axiales, por otro lado se pudo ver que lo aprendido teóricamente es fácilmente aplicable en el laboratorio y partir de las ecuaciones aprendidas se pudo calcular el esfuerzo o resistencia del concreto cuando este es sometido a una fuerza de compresión, además se pudo obtener la máxima carga posible aplicada y por ultimo se pudo concluir que no todos los materiales presentan la misma resistencia, esto nos indica que si un material tiene gran resistencia a la compresión es posible que tenga una baja resistencia a la tensión y viceversa, es por esto que es de vital importancia conocer las características de cada uno de los materiales al momento de ejecutar cualquier proyecto para así evitar cualquier tipo de problemas que se puedan presentar debido a la falta de conocimiento del comportamiento de ellos.