

# Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto

## 1. Introducción

El objetivo de este ensayo es obtener la resistencia a compresión de un espécimen cilíndrico de concreto de aproximadamente 150 mm de diámetro y 300 mm de altura. Esta prueba se lleva a cabo en el ámbito constructivo para estimar la calidad de los concretos usados en obra, la cual depende del proceso de fabricación, calidad de los agregados, relación agua/cemento y curado. En este laboratorio virtual se seguirá el estándar de la ASTM C39 y la NTC 673 usando unidades del sistema internacional SI [1][2]. El algoritmo que genera los valores de carga aplicada y deformación se construyó a partir de la ecuación de Thorenfeldt, Tomaszewicz y Jensen del libro de Wight, «Reinforced concrete mechanics and design, séptima edición, 2016» ecuación 3-23, p-91 Para concretos con  $f'_c$  entre 15 y 55 MPa [3].

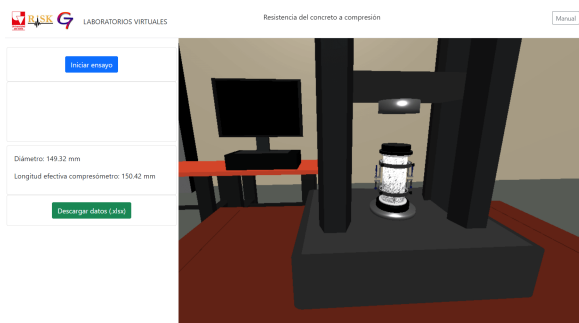


Figura 1: Ensayo a compresión.

$$\frac{f_c}{f'_c} = \frac{n(\epsilon_c/\epsilon_0)}{n-1 + (\epsilon_c/\epsilon_0)^{nk}} \quad (1)$$

Donde:  $f_c$ : esfuerzo aplicado (MPa),

$f'_c$ : Resistencia a la compresión obtenida en alguna prueba (psi).

$\epsilon_c$ : deformación unitaria correspondiente al esfuerzo  $f_c$ ,

$n$ : factor de ajuste de la curva igual a  $0.8 + \frac{f'_c}{2500}$ ,

$E_c = 57000\sqrt{f'_c}$  (psi): sugerida por la ACI para concretos de peso normal,

$\epsilon_0 = \frac{f'_c}{E_c} \left(\frac{n}{n-1}\right)$ : deformación unitaria cuando  $f_c$  alcanza  $f'_c$ ,

$E'_c = f'_c/\epsilon_0$ ,

$k = 1$  si  $\epsilon_c/\epsilon_0 \leq 1.0$ , y para  $\epsilon_c/\epsilon_0 > 1.0$ ,

$k = 0.67 + \frac{f'_c}{9000}$  con  $f'_c$  en psi.

## 2. Objetivos de aprendizaje

- Desarrollar el criterio ingenieril sobre la importancia de determinar la calidad del concreto a partir de los ensayos de laboratorio.
- Aprender a calcular la resistencia a compresión del concreto con base en los resultados del laboratorio.
- Aprender a identificar el rango lineal de la gráfica esfuerzo-deformación y calcular el módulo de elasticidad de concreto.
- Elaborar conclusiones y recomendaciones con base en el análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio.

## 3. Procedimiento

Haga click en el botón «Iniciar ensayo». La animación mostrará al dispositivo aplicando una carga constante hasta provocar la fractura del cilindro [2]. En la gráfica se podrá observar la carga aplicada (en kN) en el eje «Y», y la deformación medida por los sensores del compresómetro en el eje «X», de color azul y rojo.

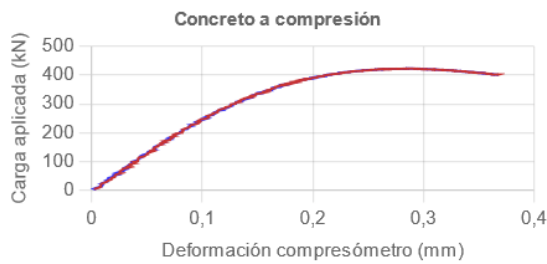


Figura 2: Carga aplicada vs deformación del compresómetro.

## 4. Resultados

### 4.1. Cálculo de la resistencia a compresión

Cuando se haya fracturado el cilindro se detendrá el ensayo y la máquina virtual reportará la máxima carga que soportó, al igual que su diámetro. Con esta información podrá calcular la resistencia a compresión, dividiendo la carga máxima entre el área de la sección transversal del cilindro. Tenga en cuenta que  $N/mm^2 = MPa$ .

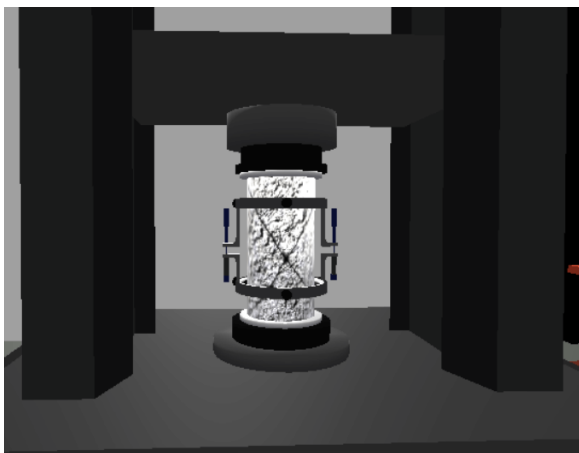


Figura 3: Cilindro fallado al finalizar el ensayo.

### 4.2. Gráfica de esfuerzo vs deformación

Para construir la gráfica de esfuerzo vs deformación tenga en cuenta que el compresóme-

tro usa dos sensores para medir la deformación. Luego de hacer click en «Descargar datos» una vez finalizado el ensayo, obtendrá un archivo de Excel donde estarán consignadas las mediciones de cada sensor «Deformación sensor 1 (mm)» y «Deformación sensor 2 (mm)» en las columnas B y C respectivamente. En una nueva columna calcule la media entre las mediciones de ambos sensores y asígnele el nombre «Deformación compresómetro (mm)». La deformación unitaria se obtiene dividiendo cada dato de la columna «Deformación compresómetro» entre la longitud efectiva del compresómetro. Recuerde que las unidades de la deformación unitaria son mm/mm. En otra columna calcule el esfuerzo aplicado en Megapascuales, dividiendo la carga aplicada entre el área de la sección transversal. Finalmente, dibuje la gráfica con los datos de Esfuerzo (MPa) en el eje «Y» y Deformación unitaria (mm/mm) en el eje «X». Debería obtener una gráfica parecida a la siguiente:

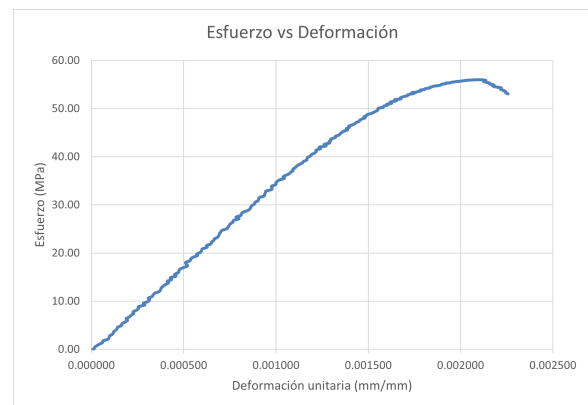


Figura 4: Gráfica esfuerzo vs deformación unitaria.

**Nota:** de ser necesario, en el siguiente [enlace](#) podrá consultar cómo cambiar la configuración del separador decimal en Excel.

### 4.3. Cálculo del módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad se calcula de acuerdo con la norma ASTM C469 [4] usando la siguiente ecuación:

$$E = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0.000050} \quad (2)$$

Donde:

$E$ : módulo de elasticidad (MPa),

$S_2$ : esfuerzo correspondiente al 40 % de la carga máxima (MPa),

$S_1$ : esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.000050,

$\epsilon_2$ : deformación unitaria producida por el esfuerzo  $S_2$ .

Tenga en cuenta que para poder utilizar la ecuación anterior deberá hallar los valores de  $S_1$ ,  $S_2$  y  $\epsilon_2$  por medio de interpolación lineal con base en los datos obtenidos en el Excel.

## 5. Cuestionario

1. De acuerdo con la resistencia a la compresión obtenida, y al criterio de la norma NSR-10 ¿qué uso se le puede dar al concreto analizado? ¿se puede usar en elementos estructurales?
2. ¿Qué se puede concluir con base en el modo de falla de la muestra analizada?
3. La NSR-10 define el módulo de elasticidad del concreto como:  $E_c = 4700\sqrt{f'_c}$  con  $f'_c$  en MPa. El módulo de elasticidad calculado con la ecuación (2), ¿se acerca al valor calculado con la ecuación de la NSR-10?

## Referencias

- [1] American Society for Testing and Materials, *C 39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, ed. por A. International, 2001.
- [2] ICONTEC, *NTC 673 - Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto*, ed. por Comité técnico 100, concreto, morteros y agregados, 2010.
- [3] J. K. Wight, *Reinforced Concrete Mechanics and Design*, 7.<sup>a</sup> ed., P. E. Limited, ed. 2016.
- [4] American Society for Testing and Materials, *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*, ed. por A. International, 2002.