

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                            |                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBLICA DE CUBA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Proyectos de Construcción<br>OBRAS DE HORMIGON SIMPLE<br>Método de cálculo | <br>53-185<br>1988 |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>Construction Designs.<br/>Concrete Works. Calculation Method</p> </div> <div> <p>Проекты строительства. Сооружения обычного бетона. Метод расчета</p> </div> </div> <p>Esta norma establece el método para el cálculo estructural de obras de hormigón simple, aplicable a todas las construcciones de hormigón con áridos normales (no ligeros).</p> <p><b>1. Generalidades</b></p> <p>1.1 Esta norma no se aplicará a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las estructuras de hormigón aireado (covernosos o celular)</li> <li>- Los elementos de hormigón expuestos permanentes a temperaturas superiores a 500 °C durante cortos períodos a temperaturas superiores a 70 °C.</li> </ul> <p>1.2 No se realizará el diseño de elementos de hormigón simple sometidos a tracción, tracción excéntrica y torsión.</p> <p style="text-align: center;"><b>METODO DE CALCULO</b></p> <p><b>2. Cálculo de elementos a capacidad resistente</b></p> <p>2.1 En dependencia de las condiciones de trabajo, los elementos se analizarán considerando o no la resistencia del hormigón a tracción.</p> <p>2.1.1 Se considerará la resistencia del hormigón a la tracción en los elementos a flexión y en los elementos a flexo compresión, a los cuales no se le permitirán ninguna fisura (elementos sometidos a presión de agua entre otros).</p> <p>En estos casos se asume que el estado límite se alcanza por la rotura del hormigón en la zona traccionada. Las tensiones del hormigón en esta zona traccionada se considera constante con un valor de <math>0,75 R_b^*</math>.</p> <p>Siendo:</p> <p><math>R_b^*</math> Resistencia de cálculo de hormigón en tracción, (MPa)</p> |                                                                            |                                                                                                      |
| Aprobado<br>Diciembre 1988                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ESTA NORMA ES OBLIGATORIA                                                  | Vigente a partir de:<br>Diciembre 1989                                                               |

- 2.1.2 No se considerará la resistencia del hormigón a la tracción en los elementos a flexo compresión a los cuales se les permite fisuras. En este caso se asume que el estado límite se alcanza por el fallo a la compresión de la zona comprimida. Las tensiones del hormigón en esta zona comprimida se considerará constante con valor de  $0,75 R'_b$ .

Siendo:

$R'_b$  Resistencia de cálculo del hormigón en compresión, (MPa)

- 2.1.3 Las secciones planas después de la deformación se mantendrán planas.

## 2.2 Elementos a flexo compresión

- 2.2.1 Estado límite de pandeo. En estos elementos se considerará como excentricidad final la siguiente:

$$e = \eta e_o + e_c \quad (1)$$

donde:

$e$  excentricidad total, (m)

$\eta$  coeficiente de pandeo

$e_c$  excentricidad constructiva, (m) igual al mayor de los siguientes valores:

$\frac{1}{30}$  de la dimensión mayor de la sección transversal

$\frac{1}{600}$  de la longitud libre del elemento

$e_o$  excentricidad real o virtual:

- para  $\frac{l_p}{r_g} < 14$  entonces  $\eta = 1$

- para  $\frac{l_p}{r_g} \geq 14$  entonces  $\eta = \frac{1}{1 - \frac{N'^*}{N'^*_{crit}}}$

donde:

$N'^*$  Carga de cálculo de compresión, (MN)

$r_g$  Radio de giro de la sección, (m)

$N'^*_{crit}$  Carga crítica, (MN) que se determina por:

$$N'_{crit.} = \frac{6,4 E_b I}{K_{ld} l_p^2} \left( \frac{0,11}{0,1 + t} + 0,1 \right) \quad (3)$$

siendo:

$E_b$  Módulo de elasticidad del hormigón, (MPa)

$I$  Momento de inercia de la sección, ( $m^4$ )

$l_p$  Longitud de pandeo, (m)

$K_{ld}$  Coeficiente que se determina.

$$K_{ld} = 1 + \frac{M_{ld}^*}{M^*} \quad (4)$$

donde:

$M_{ld}^*$  Momento producido por las cargas de larga duración, (MN.m)

$M^*$  Momento producido por todas las cargas, (MN.m)

$t = \frac{e_o}{h}$  pero menor que:

$$t_{\min} = 0,5 - 0,01 \frac{1}{h} - 0,0075 R_b'^*$$

Nota.  $R_b'^*$  se da en MPa.

2.2.2 En la comprobación de secciones en elementos en los que se permite fisura la sección cumplirá que:

$$N'^* \leq 0,75 R_b'^* \cdot B'_y \cdot \gamma_s \quad (5)$$

donde:

$N'^*$  Carga de cálculo de compresión, (MN)

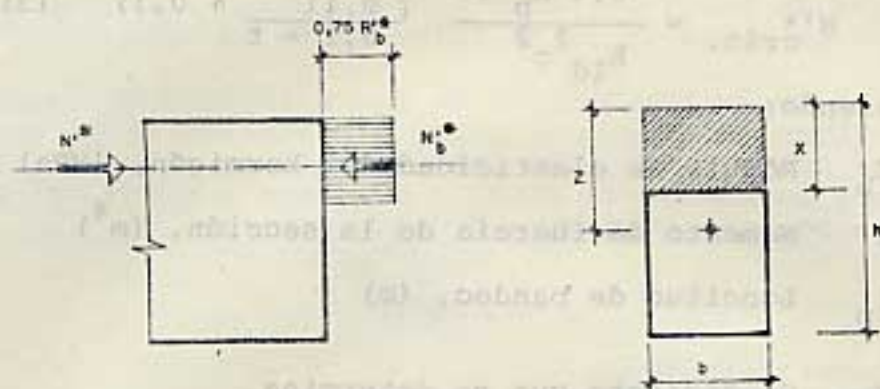
$R_b'^*$  Resistencia de cálculo de hormigón en compresión, (MPa)

$\gamma_s$  Coeficiente de condiciones de trabajo

$B'_y$  Zona comprimida del hormigón, ( $m^2$ )

Notas:

- 1)  $B'_y$  Se determinará a partir de la condición de que su centroide coincide con el punto de aplicación de la resultante de las fuerzas exteriores (véase figura 1).



- 2) Para elementos de sección rectangular el valor de  $B'_y$  se obtiene de:

$$B'_y = b \cdot h \left( 1 - \frac{2e}{h} \right) \quad (6)$$

donde:

- $b$  ancho de la sección rectangular, (m)  
 $h$  altura de la sección, (m)  
 $e$  excentricidad total, (m).

- 2.2.3 En la comprobación de secciones en elementos que no se permite fisura, estos elementos cumplirán con la condición establecida en el apartado 2.2.2 (elementos que no se permite fisura), además de:

$$N^* \leq \frac{0,75 R_b^* \cdot W_{fis} \cdot \gamma_s}{e - r_y} \quad (7)$$

donde:

$N^*$  carga de cálculo de compresión, (MN)

$R_b^*$  Resistencia de cálculo al hormigón en tracción, (MPa)

$W_{fis}$  Módulo de fisuración

$\gamma_s$  Coeficiente de condiciones de trabajo

$r_y$  Distancia desde el centroide hasta el punto del núcleo más alejado de la zona traccionada y se determina por:

$$r_y = \frac{0,8 W}{B_t} \quad (8)$$

donde:

$W$  Módulo de la sección con respecto al centro de gravedad, ( $m^3$ )

$B_t$  Área total de la sección, ( $m^2$ )

- Para elementos de sección rectangular (véase figura 2), esta condición se convierte en:

$$N^* \leq \frac{1,31 R_b^* b \cdot h \gamma_s'}{6 e - 0,8} \quad (9)$$



- Por otro tipo de secciones los parámetros se determinarán de la forma siguiente:

$$W_{fis} = \frac{2 I}{h - X} + S_b \quad (10)$$

donde:

$I$  Momento de inercia de la sección, ( $m^4$ )

$h - X$  distancia del eje neutro al borde de la zona traccionada, (m)

$S_b$  Momento estático del área de hormigón de la zona traccionada con respecto al eje neutro, ( $m^3$ )

Nota. La posición del eje neutro se determinará de la condición:

$$S_c = \frac{(h - X) A_{tr}}{2} \quad (11)$$

donde:

$S_c$  momento estático con respecto al eje neutro de la superficie de hormigón de la zona comprimida, ( $m^3$ )

$A_{tr}$  área en tracción del hormigón, ( $m^2$ )

$h - x$  distancia del eje neutro al borde de la zona traccionada, (m) y se determinará.

$$h - x = \frac{S}{A} \quad (12)$$

Siendo:

$A$  área de la sección descontando la mitad del área de las alas traccionadas, ( $m^2$ )

$S$  Momento estático de la zona traccionada con respecto a la fibra más traccionada, ( $m^3$ )

2.2.4 No se diseñarán elementos de hormigón simple sometidas a flexo compresión cuando:

a)  $e > 0,9 (z - 1)$ , para combinación de cargas permanente más carga de utilización (CP + CU)

b)  $e > 0,95 (z - 1)$ , para combinación de cargas permanente más carga ecológica (CP + CE)

donde:

$z$  Distancia desde el centroide de la sección a la fibra extrema más comprimida

CP Cargas permanente

CU Cargas de utilización

CE Cargas ecológica.

2.3 Elementos a flexión. Estos elementos cumplirán que:

$$M^* < 0,75 R_b^* \cdot W_{fis} \cdot \gamma_s \quad (13)$$

donde:

$M^*$  Momento de cálculo producido por todas las cargas, (MN . m)

$R_b^*$  Resistencia de cálculo del hormigón a compresión, (MPa)

$W_{fis}$  Módulo de fisuración

$\gamma_s$  Coeficiente de condiciones de trabajo

2.3.1 Para elementos de sección rectangular:

$$W_{fis} = \frac{7}{24} \cdot b \cdot h^2 \quad (14)$$

donde:

$b$  ancho de la sección rectangular, (g)

$h$  altura de la sección, (m)

2.4 Elementos sometidos a solicitaciones tangentes. Estos elementos cumplirán que:

$$T^* \leq T_{b_1}^* \cdot \gamma_s$$

donde:

$T^*$  fuerza constante de cálculo, (MN)

$T_{b_1}^*$  Cortante resistido por el hormigón, (MN)

siendo:

$$T_{b_1}^* = \tau_R^* \cdot b \cdot h \cdot K$$

donde:

$\tau_R^*$  Tensión de cortante resistente de cálculo del hormigón, (MPa) expresado como:

$$\tau_R^* = 0,2 R_d^*$$

$K$  Coeficiente para el cálculo del cortante resistente, determinado por:

$$K = 1,6 - h \geq 1$$

Nota. La  $h$  se dará en m.

### 3. Cálculo de la deformación

3.1 Se utilizarán las expresiones de la Resistencia de Materiales y de la Teoría de la Elasticidad.

3.2 La rigidez de la sección para estos elementos se calculará por la expresión siguiente:

$$D = \frac{0,85 E_b \cdot I}{C}$$

donde:

- D Rigidez de la sección
- $E_b$  Módulo de elasticidad del hormigón, (MPa)
- I Momento de inercia de la sección, ( $m^4$ )
- C Coeficiente que considera la disminución de la rigidez durante la acción prolongada de la carga bajo el efecto del escurrimiento plástico del hormigón en la zona comprimida

C = 2 cuando la humedad media relativa del aire es mayor que 40%

C = 3 cuando la humedad media relativa del aire es igual o menor que 40%.

#### 4. Disposiciones constructivas

- 4.1 En las estructuras de hormigón se preverán juntas de dilatación y fraquado a las distancias establecidas en la tabla.

Tabla

| Tipos de Estructuras                                                                 | En las partes internas de los edificios o en los cimientos.<br>(m) | En las estructuras descubiertas (a la intemperie) y sus elementos.<br>(m) |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Estructuras monolíticas continuas de hormigón                                        | 20                                                                 | 10                                                                        |
| Estructuras monolíticas continuas de hormigón, pero teniendo armaduras constructivas | 30                                                                 | 20                                                                        |
| Prefabricadas                                                                        | 40                                                                 | 30                                                                        |

#### Notas:

- 1) Se podrá aumentar la separación entre las juntas de dilatación y fraquado previa justificación y verificación de la estructura mediante el cálculo
- 2) Se podrá tomar la misma separación entre las juntas de dilatación y fraquado de los cimientos y muros de contención (de subsuelos) que la adoptada para la estructura que se encuentra encima de ellas.

- 4.2 Las juntas de dilatación y fraguado de estructuras continuas de hormigón serán transversales cortando la estructura hasta la parte inferior de la cimentación.
- 4.3 En el borde traccionado de los elementos de hormigón sometidos a flexo compresión sin considerar el aporte de la zona traccionada del hormigón se colocará una armadura constructiva de área no menor a 0,05% del área de la sección transversal del elemento.

#### COMPLEMENTO

##### Norma estatal consultada:

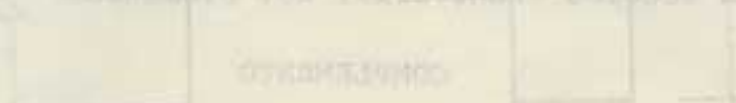
NC 53-39:78 Cálculo y ejecución de obras de hormigón

##### Bibliografía consultada:

SNIP II 21:75 Construcciones de hormigón y hormigón armado.  
URSS.

4.2 Las partes de distribución y distribución de documentos con-  
 lina de distribución serán distribuidas a los  
 distribuidores de la misma información.

4.3 En el momento de la distribución de los documentos de distribución  
 distribuidores de la misma información de la misma información de la misma información  
 de la misma información de la misma información de la misma información  
 de la misma información de la misma información de la misma información



Información de distribución:

NC 53-185: Distribución y ejecución de copias de documentos

Información de distribución:

En el momento de la distribución de los documentos de distribución  
 distribuidores de la misma información de la misma información de la misma información  
 de la misma información de la misma información de la misma información

(b) 1. Distribución de la información de la misma información de la misma información

Información de distribución:

Información de distribución de la misma información de la misma información

Información de distribución de la misma información de la misma información

Información de distribución de la misma información de la misma información

En el momento de la distribución de los documentos de distribución  
 distribuidores de la misma información de la misma información de la misma información  
 de la misma información de la misma información de la misma información



Tirada: 1 690 ejemplares