

Semblanza sobre el Reglamento de Construcciones de Guadalajara.

Criterios de Aplicación del ACI 318

Alfonso Rodríguez Pérez

INGENIERO CIVIL
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

PROFESOR: ITESO, U. DE G.
CALCULISTA: CAUTIN

Temario

- Introducción
- Análisis de los reglamentos
- Preguntas de interés
- Reglamentos en la ciudad de Guadalajara
- Artículo 1660 y 1661 del RCG-97
- Ediciones del ACI 318
- Factor de carga por sismo
- Periodo de retorno para distinta vida útil y riesgo de falla

Introducción

- Los reglamentos son la colección de órdenes y reglas que rigen un área del saber.
- Los reglamentos son documentos legales que protegen al proyectista y/o al constructor en caso de controversias o siniestros.
- Los reglamentos incluyen y/o absorben el conocimiento probado y experimentado.

Análisis de los reglamentos

- Los reglamentos preponderadamente cubren el área de diseño.
- Los reglamentos actuales fueron elaborados para modelos estructurales bidimensionales.
- Es necesario e importante reglamentar el análisis estructural.

Preguntas de interés

- ¿Los reglamentos son para profesionales incultos y/o sin criterio?
- ¿Los reglamentos deben ser ininteligibles?
- ¿Se pueden mezclar los reglamentos?
- ¿Es verdad que las especificaciones en los reglamentos están sobradas?

Reglamentos en la ciudad de Guadalajara

- RCG-1947 *Reglamento de las Construcciones y de los Servicios Urbanos para el Municipio de Guadalajara.* (27 nov. 1947)
 - Fundamento RDF-42
 - AISC
 - ACI
 - Combinaciones de cargas incluyendo sismo
 - No se menciona un coeficiente sísmico, ni espectros de diseño, ni normativas de ingeniería sísmica

Reglamentos en la ciudad de Guadalajara (cont ...)

- RCG-1969 *Reglamento de Construcciones.* (15 jul. 1969)
 - Fundamento RDF-66
 - Cargas muertas
 - Cargas vivas
 - Cargas vivas por sismo
 - AISC
 - ACI y/o IMCYC
 - Combinaciones de cargas incluyendo sismo
 - No se menciona un coeficiente sísmico, ni espectros de diseño, ni normativas de ingeniería sísmica

Reglamentos en la ciudad de Guadalajara (cont ...)

- RCG-1988 *Reglamento de Construcciones para el Municipio de Guadalajara.* (24 jun. 1988)
 - Fundamento RDF-77
 - Por primera vez se da coeficiente sísmico ($c = 0.24$) para el grupo B, y espectro de diseño
 - ACI
 - AISC
 - Requisitos para techos con vigueta y bóveda
 - Requisitos en muros de mampostería
 - Análisis y diseño de losas planas

Reglamentos en la ciudad de Guadalajara (cont ...)

- RCG-1997 *Reglamento Orgánico del Municipio de Guadalajara.*
(29 dic. 1997)
 - Fundamento UBC-94, UBC-97 y RDF-87
 - Coeficiente sísmico ($c = 0.36$), y espectros de diseño para diferentes tipos de suelo
 - 50% de la carga viva para diseño sísmico
 - ACI
 - AISC
 - Módulo de elasticidad del concreto
 - Disposiciones especiales para detallamiento y diseño sísmico
 - NTC para sismo, viento, concreto, acero, mampostería y cimentaciones

Artículo 1660. RCG-97

- *Los elementos estructurales de concreto de cualquier estructura cumplirán con los requisitos mínimos especificados en el "Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado" elaborado por el Comité 318 del Instituto Americano del Concreto (ACI). La edición oficial vigente será la última publicación en español del citado reglamento que el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. haya hecho. El uso de una edición más reciente del Reglamento ACI 318 que no haya sido traducida todavía no se contrapondrá con lo establecido anteriormente en este artículo.*
- *Deberá cumplirse con el capítulo de Disposiciones Especiales para el Diseño Sísmico del Reglamento ACI 318, tal y como lo establece para regiones de elevado riesgo sísmico.*

Artículo 1661. RCG-97

- *El módulo de elasticidad E_c , para concreto de peso normal deberá considerarse como $10,000 (f'_c)^{1/2}$ a menos que mediante pruebas autorizadas por la Secretaría de Control de Construcción se determine otro valor. No deberá tomarse el valor indicado en el Capítulo 8 del Reglamento ACI 318.*

Ediciones del ACI 318

■ 1963

- Teoría elástica (método de diseño por esfuerzos permisibles)
- Método de coeficientes para losas en dos direcciones

■ 1971

- Teoría elástica (método de diseño por esfuerzos permisibles)

Ediciones del ACI 318 (continuación ...)

■ 1977

- Método de diseño por factores de carga
- Método del marco equivalente para el diseño de losas
- En el apéndice: Disposiciones para diseño sísmico, y método de diseño elástico

Ediciones del ACI 318 (continuación ...)

■ 1983

- Método de diseño por factores de carga
- Actualización a las disposiciones para momentos amplificados
- Nuevas disposiciones para diseño sísmico
- En el apéndice: método de diseño elástico

■ 1989

- Método de diseño por factores de carga
- Actualización a las disposiciones para diseño sísmico

Ediciones del ACI 318 (continuación ...)

■ 1995

- Método de diseño por factores de carga
- Actualización a las disposiciones para momentos amplificados
- Nuevo método para diseño por torsión
- Nuevas disposiciones para longitudes de desarrollo y traslapes del acero de refuerzo
- Actualización a las disposiciones para diseño sísmico
- En el apéndice: especificaciones para concreto simple

Ediciones del ACI 318 (continuación ...)

■ 1999

- Método de diseño por factores de carga
- Actualización a las disposiciones para momentos amplificados
- Nuevo método para diseño de muros
- Actualización a las disposiciones para diseño sísmico
- Especificaciones para concreto simple
- En el apéndice: factores alternativos para reducción de carga y resistencia

Ediciones del ACI 318 (continuación ...)

■ 2002

- Método de diseño por factores de carga
- Inclusión de los factores de carga ASCE 7-98 y factores de reducción de resistencia modificados
- Inclusión de un sencillo método de cálculo para una capa de refuerzo en miembros sujetos a flexión y cargas axiales
- Eliminación de impedimentos para el uso de concreto de alta resistencia
- Aclaración de las disposiciones para torsión
- Modificación de las disposiciones para refuerzo cortante y apoyos en losas
- Claras disposiciones para miembros parcialmente presforzados sujetos a flexión
- Actualización a las disposiciones para diseño sísmico

Ediciones del ACI 318 (continuación ...)

- 2005
- 2008
- 2011

Factor de carga por sismo

- *Sección del ACI 318 - 08, R 9.2.1 (c). Los reglamentos modelos de construcción y otras publicaciones sobre cargas de diseño han adoptado las fuerzas sísmicas correspondientes al **nivel de resistencia**, redujeron el factor de carga por sismo a **1.00 E***

En 1993, el ASCE 7 cambió las fuerzas al *nivel de resistencia*.

NIVEL DE RESISTENCIA. Nivel de movimiento sísmico (sismo de diseño) que tiene una probabilidad del 10% de ser excedido en un periodo de 50 años, o un periodo de retorno de 475 años.

*El reglamento exige el uso del factor de carga antiguo para las cargas por sismo, aproximadamente **1.40 E**, cuando se usan las fuerzas sísmicas correspondientes a los **niveles de servicio** de las ediciones anteriores de estas referencias.*

NIVEL DE SERVICIO. Nivel de movimiento sísmico (sismo de servicio) que tiene una probabilidad del 50% de ser excedido en un periodo de 50 años, o un periodo de retorno de 72 años.

Factor de carga por sismo (conclusión)

- Para diseñar ante fuerzas sísmicas y utilizar el factor de carga **1.00E**, se debe emplear un espectro de diseño o espectro de sitio para un periodo de retorno de 475 años.

Cuando se diseñan estructuras de concreto reforzado con el ACI 318 y el RCG-97, se debe usar el factor de carga 1.40E y 1.43E donde corresponda.

Actualmente el ACI 318-11 especifica el factor 1.00E; pero comenta la aplicación de factores mayores como 1.40E para fuerzas sísmicas en niveles de servicio. El ACI 318 no define el sismo de servicio.

Factor de carga por sismo (conclusión)

$$\log (72) = 1.8573$$

$$\log (475) = 2.6767$$

$$\frac{2.6767}{1.8573} = 1.44$$

$$\log (50) = 1.6990$$

$$\log (72) = 1.8573$$

$$\frac{1.8573}{1.6990} = 1.09$$

Periodo de retorno para distinta vida útil y riesgo de falla

| RIESGO DE FALLA | VIDA UTIL (años) | | | | |
|-----------------|------------------|------|------|------|------|
| | 10 | 20 | 30 | 50 | 100 |
| 0.25 | 35 | 70 | 105 | 174 | 348 |
| 0.10 | 95 | 190 | 285 | 475 | 950 |
| 0.05 | 195 | 390 | 585 | 975 | 1950 |
| 0.02 | 495 | 990 | 1485 | 2475 | 4950 |
| 0.01 | 995 | 1990 | 2985 | 4975 | 9950 |

Periodo de retorno para distinta vida útil y riesgo de falla

| | | | | |
|---|--------|------|-------|---|
| Periodo de retorno, $T =$ | 475 | años | | |
| Probabilidad de excedencia por año = | 0.0021 | | 0.21 | % |
| Probabilidad de NO excedencia por año = | 0.9979 | | 99.79 | % |
| Vida útil, $n =$ | 50 | años | | |
| Riesgo en n años = | 0.10 | | 10.00 | % |
| Probabilidad de NO excedencia en n años = | 0.90 | | 90.00 | % |

Periodo de retorno para distinta vida útil y riesgo de falla

| | | | | |
|---|--------|------|-------|---|
| Periodo de retorno, $T =$ | 975 | años | | |
| | | | | |
| Probabilidad de excedencia por año = | 0.0010 | | 0.10 | % |
| Probabilidad de NO excedencia por año = | 0.9990 | | 99.90 | % |
| | | | | |
| Vida útil, $n =$ | 50 | años | | |
| Riesgo en n años = | 0.05 | | 5.00 | % |
| Probabilidad de NO excedencia en n años = | 0.95 | | 95.00 | % |

Periodo de retorno para distinta vida útil y riesgo de falla

| | | | | |
|---|--------|------|-------|---|
| Periodo de retorno, $T =$ | 72 | años | | |
| Probabilidad de excedencia por año = | 0.0139 | | 1.39 | % |
| Probabilidad de NO excedencia por año = | 0.9861 | | 98.61 | % |
| Vida útil, $n =$ | 72 | años | | |
| Riesgo en n años = | 0.6347 | | 63.47 | % |
| Probabilidad de NO excedencia en n años = | 0.3653 | | 36.53 | % |