

Especificaciones Básicas para Edificios de Concreto Reforzado

Módulo 2

M. en I. Francisco Javier Cisneros Ruiz
Ingeniería Estructural

Curso: Edificios — Estructuración, Dimensionamiento y Acciones
Colegio de Arquitectos

8 de septiembre de 2026 — 17:45 – 19:15 h

Una confesión antes de empezar

Soy ingeniero estructural.

Sí, uno de esos que aparece en su oficina
cuando la losa ya tiene grietas.

Una confesión antes de empezar

Soy ingeniero estructural.

Sí, uno de esos que aparece en su oficina
cuando la losa ya tiene grietas.

Pero hoy vengo en son de paz.

El trato de esta tarde

Ustedes aguantan 90 minutos de normas $\rightarrow$ yo prometo que no habrá ni una sola ecuación diferencial.

¿Quién los acompaña esta tarde?

M. en I. Francisco Javier Cisneros Ruiz

- Maestría en Ingeniería Estructural
- Especialización en edificios de concreto reforzado
- Diseño de estructuras para zona costera (Veracruz) y zona sísmica (CDMX)
- Formación Toastmasters: comunicación técnica efectiva

¿Por qué estoy aquí?

Porque la colaboración entre arquitectos e ingenieros estructurales es la base de cualquier edificio que dure los **50 años** que exige la norma.

Y hoy empieza esa colaboración.

¿Por qué deberían importarles esto?

La escena clásica en obra:

- 1 Arquitecto diseña espacios extraordinarios
- 2 Calculista llega y dice “*ese claro no funciona*”
- 3 Rediseño de emergencia
- 4 Todos pierden tiempo **y dinero**

¿Les suena familiar?

La buena noticia

Si conocen el **idioma básico** del concreto, la colaboración con el ingeniero es más fluida — y más rentable.

Meta de esta tarde

Que salgan haciendo las preguntas correctas en obra.

Mapa del camino — 90 minutos

#	Tema	Tiempo
1	La NTC-Concreto: ¿qué es y por qué existe?	10 min
2	El concreto : clases y resistencias mínimas	25 min
3	El acero de refuerzo : grados y diámetros	15 min
4	Durabilidad : clasificación y recubrimientos	20 min
5	Lo que ustedes pueden y deben verificar	10 min
<i>Preguntas y discusión</i>		<i>10 min</i>

Fuente oficial:

NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, 2023

¿Qué es la NTC-Concreto?

Artículo 1.1.1

“En esta Norma se presentan las disposiciones **mínimas** para analizar, diseñar, detallar y construir estructuras de concreto [. . .] La Norma posee cuatro apéndices normativos de observancia **obligatoria**.”

Alcance:

- Concreto simple, reforzado y presforzado
- Estructuras coladas en sitio y prefabricadas
- Ciudad de México (complementa el RCDF)
- Todos los grupos de edificación

Estructura (16 capítulos + 4 apéndices):

- Cap. 2: Materiales (pág. 30) ← [Módulo 2 \(hoy\)](#)
- Cap. 4: Durabilidad (pág. 75) ← [Módulo 2 \(hoy\)](#)
- Cap. 6–8: Diseño sismorresistente (pág. 115)
- Cap. 16: Requisitos de construcción

Los responsables según la Norma (§1.1.3, pág. 27)

Responsable	Función clave
Director Responsable de Obra	Supervisión general; aprueba o rechaza decisiones
Corresponsable Estructural	Revisa y firma el proyecto estructural
Proyectista Estructural	Diseña, calcula y especifica los materiales
Constructor	Ejecuta conforme al proyecto ejecutivo
Supervisor	Verifica que lo construido coincide con el proyecto

El punto que importa hoy

El **Proyectista** especifica los materiales. El **Constructor** los usa. Pero el **Director Responsable de Obra** — muchas veces ustedes — **firma** que todo va conforme al proyecto.

¿No vale la pena entender qué están firmando?

50

años

es la **vida útil mínima de diseño** que exige la NTC-Concreto (§1.4.3.1, pág. 29)

Perspectiva

Un proyecto firmado hoy en 2026 debe seguir en pie y funcional en **2076**.

Lo que lo garantiza

- La calidad del concreto
- El recubrimiento del acero
- El curado posterior al colado

¿Qué es el concreto? (La versión honesta)

Los ingredientes (§2.2.5, pág. 32):

- **Cemento** portland (clase resistente 30 o 40)
- **Agregados** pétreos: grava y arena
- **Agua**: limpia, sin sustancias raras
- **Aditivos**: solo con autorización del Proyectista

“Si el agua contiene sustancias que la enturbien o le produzcan olor o sabor fuera de lo común, no deberá emplearse.” — §2.2.5.3, pág. 32

La analogía del pastel

Cemento	= harina (une todo)
Grava	= nueces (da cuerpo)
Arena	= azúcar (rellena huecos)
Agua	= huevos (activa todo)

La receta importa mucho.

Las clases de concreto (§2.2, pág. 30; Tabla 2.2.1, pág. 31)

Clase	f'_c (kg/cm ²)	Aplicaciones <i>comunes</i>
Clase 1A	250 – 400	Uso estándar: vigas, columnas, losas, muros
Clase 1B	400 – 700	Edificios de gran altura, cimentaciones y trabes de gran claro
Clase 2	200 – 350	Solo casos muy específicos*

***Clase 2 solo aplica si:** superficie ≤ 120 m², máximo 2 niveles, claros ≤ 4 m.

§2.2.3.1 (pág. 30) §2.2.6.3 (pág. 33, aplicaciones de la Clase 1B)

Concreto estructural convencional

En la práctica

El **Concreto Clase 1A** es el estándar en edificios convencionales — incluida **su cimentación**: el mínimo normativo es 250 kg/cm² (Tabla 2.2.6.3). La Clase 1B se usa cuando la carga lo justifica, no por ser cimentación. Clase 2 es la excepción.

La resistencia f'_c : el número que más verán en planos

¿Qué es f'_c ?

La **resistencia a la compresión** del concreto, medida en cilindros de 15×30 cm a los **28 días** de edad (§2.2.6.2, pág. 32).

Mínimos según la NTC (Tabla 2.2.6.3, pág. 33):

La norma los llama “límites inferiores”.

Aplicación	f'_c mín. (kg/cm ²)
Uso general	250
Cimentaciones	250
Pilas coladas en sitio	300
Pilotes presforzados	350

Es el **piso**, **no la receta**: un proyecto puede pedir más — ahí entra la Clase 1B. **Nunca menos.**

¿Qué significa 250 kg/cm²?

Un cilindro de 15 cm de diámetro soporta $\approx$ **44 toneladas** antes de fallar.

Señal de alerta en planos

Mínimo normativo: **250**. Si el plano dice **200** en un edificio convencional, hay un problema.

Y en el puerto, 250 tampoco basta: por la costa les toca **300 o 500**.

Tipos especiales de concreto (§2.3, pág. 34; Cap. 15, pág. 391)

- | | | |
|---|-------------------------------|-----------------|
| 1 | Autocompactante | §2.3.2, pág. 35 |
| 2 | Reforzado con fibras | §2.3.4, pág. 38 |
| 3 | Con agregado reciclado | §2.3.5, pág. 41 |
| 4 | Bajo en carbono | §15.5, pág. 398 |

Lo que aplica a los cuatro

Todos requieren **autorización del Proyectista** y, en su caso, del Director.



Qué lo distingue

Se compacta **solo**, por su propio peso.
Sin vibrador.

Cuándo les sirve

- Elementos con **refuerzo muy denso**
- **Formas arquitectónicas complejas**
- Prefabricados

2. Concreto reforzado con fibras

§2.3.4, pág. 38



Concreto fresco con fibras de acero (20–60 mm).



Piso industrial: su aplicación más común.

Qué es

Grapas de acero revueltas con el concreto.

Qué hacen

El piso se agrieta igual — pero las grapas **no dejan que la grieta crezca**.

Dónde se usan

- Pisos industriales
- Losas sobre el terreno
- Capas de compresión

El límite

Sirven en **pisos**. En vigas y columnas **no** sustituyen a la varilla.

3. Concreto con agregado reciclado

§2.3.5, pág. 41



Planta de trituración de concreto de demolición. Foto: ChicagoConcrete, Wikimedia Commons, CC BY-SA

Qué lo distingue

Hasta **20 %** del agregado grueso proviene de **concreto demolido y triturado**.

El límite que importa

Sus aplicaciones son las del **Concreto Clase 2** (§2.3.5.1.2).

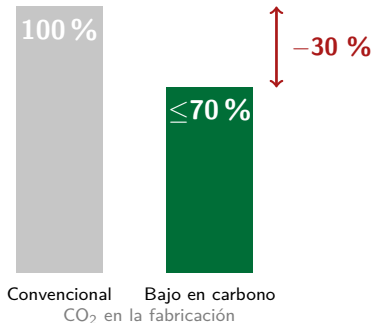
¿Dónde se puede usar?

Sí puede ir en elementos estructurales — pero solo si **toda la obra cumple §2.2.3.1:**

- Superficie $\leq 120 \text{ m}^2$
- Máximo **2 niveles**
- Claros $\leq 4 \text{ m}$
- Sin exigencias de durabilidad

4. Concreto bajo en carbono

§15.5, pág. 398



Qué lo distingue

Reduce **al menos 30 %** las emisiones de CO₂ en la fabricación de la materia prima.

Qué justifica su uso

No es técnica ni económica: es **requisito del proyecto**. Aplica en obras con **certificación sostenible** (LEED, EDGE) o meta de **huella de carbono por m²** (§15.5.1.2)

Para el arquitecto

No cambia nada estructuralmente. Es la decisión sostenible **más barata**: no rediseñas, solo especificas.

Pausa: un momento con ustedes

¿Cuántos han visto en un plano el valor de f'_c ?

¿Alguien ha preguntado qué significa ese número?

Por qué esto importa

El valor de f'_c en el plano es la **primera línea de defensa** del proyecto.

Si no está especificado, el Constructor puede usar lo que quiera.

Si está mal, nadie lo notará — hasta que sea tarde.

¿Por qué el concreto necesita varillas?

El concreto solo:

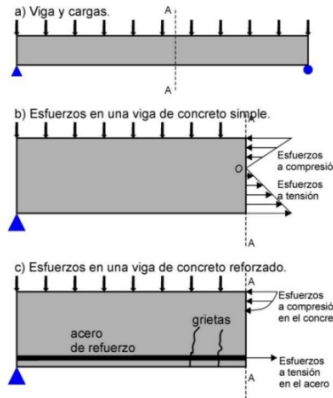
- ✓ Muy bueno a **compresión** (aplastamiento)
- ✗ Muy malo a **tensión** (jalado)

El acero de refuerzo:

- ✓ Excelente a **tensión**
- ✓ Trabaja en equipo con el concreto

La regla práctica

Donde el concreto se jala, ahí va la varilla.
En una viga que se dobla: la tensión está en la parte **inferior**.



Los grados del acero (§2.4.2, pág. 43)

Grado	f_y (kg/cm ²)	Dónde se usa
Grado 42	4,200	El estándar en edificación
Grado 56	5,600	Prohibido en ductilidad alta
Grado 70	7,000	Permitido en zona sísmica

¿Qué es f_y ?

El **esfuerzo de fluencia**: la carga a la que el acero se deforma permanentemente — como un clip doblado que ya no regresa a su lugar.

Restricción importante

En zona sísmica (**ductilidad alta**): solo Grado 42 o Grado 70.
Grado 56: **prohibido**.

(Tabla 2.4.2.2.4.a, pág. 46)

Diámetros de las barras de refuerzo (Tabla C2.4.2, pág. 45)

No.	NMX (mm)	ASTM (mm)
3	9.5	10
4	12.7	13
5	15.9	16
6	19.0	19
8	25.4	25
10	31.8	32
12	38.1	—

Máximo: No. 18 (§2.4.2.1.2, pág. 43)

Lectura de planos

Cuando vean: **var. #4 @ 20 cm**

Significa:

Varilla #4 (12.7 mm de diámetro)
cada 20 cm

Truco para recordar

El número son **octavos de pulgada**. Multiplíquelo por **25.4 mm**:

$$\#4 \rightarrow \frac{4}{8} \times 25.4 = 12.7 \text{ mm}$$

$$\#8 \rightarrow \frac{8}{8} \times 25.4 = 25.4 \text{ mm}$$

La durabilidad no es un lujo — es la ley

“En México, en la gran mayoría de los casos, no existe la cultura de mantenimiento.”

— Rolando Salgado, 2013

¿Qué determina la durabilidad?

- 1 El ambiente de exposición del edificio
- 2 La calidad del concreto (relación agua/cemento)
- 3 El recubrimiento que protege al acero
- 4 El curado adecuado después del colado



El enemigo n.º 1: la corrosión del acero

Se oxida → el óxido **expande** → el concreto se desprende → más corrosión.

Clasificación de exposición (§4.3 y Tabla 4.3.1, pág. 76)

Clase	Condición del ambiente	Agresividad
A1	Interior protegido; suelo + membrana impermeable	Baja
A2	Exterior no agresivo; suelo no agresivo	Baja
B1	Interior húmedo; exterior ligeramente agresivo	Media
B2	Exterior agresivo (100–500 m de la costa; zona urbano-industrial)	Media-Alta
C	Muy agresivo: agua de mar, alta contaminación	Alta
D	Casos especiales / vida útil >50 años	Variable

Aquí, en el puerto de Veracruz

Sus proyectos caen en las dos filas resaltadas: **B2 o C**.

Un depto en Polanco es A2. **Lo que ustedes construyen, no.**

f'_c mínimo según la exposición (§4.4 y §4.5, pág. 78)

Clase	f'_c mín. (kg/cm ²)	Curado mínimo
A1, A2	250	3 días continuo (§4.4.1, p. 78)
B1	250	7 días continuo (§4.5.1, p. 78)
B2	300	7 días continuo
C	500	7 días + $a/mc < 0.40$

¿B2 o C? — Aquí, en el puerto

B2 es el piso: por la costa o por ser zona urbano-industrial. No depende de medir distancias.

C solo si le pega el agua de mar: muelle, malecón, escollera. Un hotel frente al mar, sin salpicadura, es B2. (§4.3.2, pág. 77)

Clase C: triple requisito

$f'_c \geq 500 \text{ kg/cm}^2$
relación $a/mc < 0.40$
cemento $\geq 350 \text{ kg/m}^3$
(§4.5.3, pág. 78)

Mayor $f'_c \Rightarrow$ menor permeabilidad.

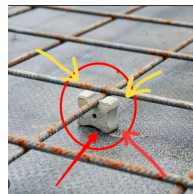
Exposición	Recubrimiento libre (mm) según f'_c (kg/cm ²)			
	250	300	400	500
A1 — interior protegido	25	20	20	20
A2 — intemperie no agresiva	35	30	25	25
B1 — ligeramente agresivo	40	35	30	30
B2 — costa / urbano-industrial	50	45	40	35
C — agua de mar	—	—	—	70

Vigas y contratraves. En losas y muros: 0.75× estos valores (§4.13.3.2). Colado contra terreno: **75 mm** (50 con plantilla).

Lo que les toca en Veracruz

B2 con $f'_c = 300 \rightarrow 45$ mm. C con $f'_c = 500 \rightarrow 70$ mm.

Un interior en el altiplano lleva 20.



Tip en obra

El **espaciador** (“galleta”) es lo que da el recubrimiento. Si no los ven antes del colado, hay un problema.

Lo que ustedes pueden — y deben — verificar

En el proyecto ejecutivo:

- ☐ ¿El plano estructural indica f'_c ?
- ☐ ¿Se especifica la clase de exposición?
- ☐ ¿Los recubrimientos aparecen en plano?
- ☐ ¿El grado del acero está en las notas?
- ☐ ¿Existe memoria de cálculo firmada?

En la obra:

- ☐ ¿El concreto viene de planta certificada?
- ☐ ¿Se toman cilindros de prueba?
- ☐ ¿Se colocan espaciadores antes del colado?
- ☐ ¿El concreto se cura 3–7 días después?
- ☐ ¿El Corresponsable visita la obra?

El mensaje de fondo

Preguntar no es intrusión: es responsabilidad profesional.

Un arquitecto que conoce estas preguntas protege a su cliente — y agrega valor real al proyecto.

Las 4 preguntas que impresionan a cualquier calculista

- 1 “¿Cuál es el f'_c especificado **y por qué ese valor?**”
- 2 “¿Cuál es la **clasificación de exposición** del edificio? ¿Lo clasificaron como **B2 o C** por estar en la costa?”
- 3 “¿Los **recubrimientos** están indicados en los planos?”
- 4 “¿Se tiene un **programa de pruebas de cilindros?**”

Efecto colateral garantizado

Un arquitecto que hace estas preguntas en la primera reunión obtiene **respeto técnico inmediato** — y colaboración más fluida.

Lo que se llevan hoy

El Concreto

- Clase 1A = estándar
- f'_c mín. = 250 kg/cm²
- Se mide a los 28 días
- NTC §2.2 (pág. 30)

El Acero

- Grados 42, 56, 70
- Va donde el concreto se jala
- Barra #4 $\approx$ 12.7 mm
- NTC §2.4 (pág. 43)

Durabilidad

- Vida útil: 50 años mín.
- Exposición define f'_c
- Recubrimiento = protección
- NTC §4 (pág. 75)

*La NTC-Concreto no es solo para el calculista.
Es el marco legal y técnico de **todo** proyecto de edificación en la CDMX.
Y hoy, ustedes ya hablan ese idioma.*

¿Preguntas?

¿Cuándo llamarme?

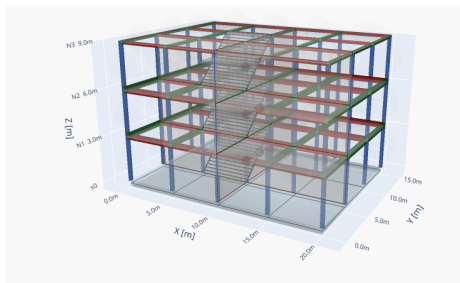
- Antes de definir los **claros** del proyecto
- Para **análisis y diseño** en concreto y acero, conforme a **CFE y NTC**
- Para **revisión, dictamen o Corresponsable en Seguridad Estructural**

M. en I. Francisco Javier Cisneros Ruiz

Céd. 15747504

WhatsApp 563 756 5047 ·

fcisnerosr.github.io/fc-estructural



Oficinas Morsa, Veracruz — 3 niveles, NTC-2023.



Presentación en PDF

Sección *Cursos* del sitio

Fuente: NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, 2023 · RCDF.