



REGLAMENTO OFICIAL • COMPETENCIA INTERNA • 2026-2

Reglamento de Competencia Interna ACI

Bola de bolos en concreto reforzado con fibra (FRC)



Capítulo ACI • Universidad de los Andes

Basado en las reglas de la FRC Bowling Ball Competition 2025.

Introducción

Esta competencia interna tiene como objetivo seleccionar al equipo que representará a la Universidad de los Andes en la competición internacional de bolas de bolos de concreto reforzado con fibra (FRC Bowling Ball Competition) organizada por el ACI. Los equipos diseñan y construyen una bola de bolos en concreto reforzado con fibra, la hacen rodar en una pista de bolos y, finalmente, la someten a un ensayo de compresión en el que se registran cinco (5) tomas de carga.

La bola se evalúa por su desempeño real frente a los valores objetivo en cuatro pruebas —masa, diámetro, bolos y compresión (tenacidad)—, con los pesos que se indican en la sección 3. Gana el equipo con el mayor puntaje total.

1 Equipos

- 1.1 Un estudiante solo puede ser parte de un (1) equipo.
- 1.2 Todos los integrantes deben ser miembros activos del capítulo ACI de la Universidad de los Andes al momento del cierre de inscripciones.
- 1.3 Cada equipo puede tener máximo tres (3) estudiantes.
- 1.4 Cada equipo debe designar un contacto principal para comunicaciones con los organizadores.
- 1.5 Composición por carrera: en un equipo de tres (3) estudiantes, al menos dos (2) deben ser de Ingeniería Civil; en un equipo de dos (2) estudiantes, al menos uno (1) debe ser de Ingeniería Civil; y quien se inscriba solo (1) debe ser de Ingeniería Civil.
- 1.6 **Requisito indispensable, por encima de todos los anteriores:** todos los integrantes deben estar registrados en el ACI, tanto internacional como nacional (capítulo Colombia), al momento de la competencia. Quien no cumpla este registro no podrá participar en el evento.
- 1.7 Solo se permiten estudiantes de pregrado, máximo en periodo de extensión (del 2027-10) dado que solo se pueden registrar estudiantes de pregrado en la competencia oficial.

2 El Proyecto

2.1 Descripción general

El proyecto consiste en diseñar y construir una bola de bolos en concreto reforzado con fibra que:

- Competirá rodando en una pista de bolos para derribar el mayor número de pines posible.
- Será sometida a un ensayo de compresión en el que se registran cinco (5) tomas de carga.

Cada equipo enviará **DOS (2) bolas** para competir. En masa, diámetro y compresión la calificación es el promedio de las dos bolas, tal como se hace en la competencia internacional del ACI. En la prueba de bolos NO se promedia: se compete con una sola de las dos bolas (el equipo decide cuál).

3 Calificación

La bola se califica por su desempeño real frente a los valores objetivo definidos en estas reglas: qué tan cerca queda del objetivo en cada prueba. No hay categoría de predicción.

Cada prueba aporta un número fijo de puntos a la nota final, sobre un total de 100:

Prueba	Peso
Masa	10 puntos
Diámetro	10 puntos
Bolos	35 puntos
Compresión (tenacidad)	45 puntos
Total	100 puntos

El detalle y la fórmula de cada prueba están en la sección 7: masa y diámetro miden qué tan cerca quedó la bola del objetivo (7.1 y 7.2); bolos, el número de pines derribados (7.3); y compresión, la constancia de la carga medida con el coeficiente de variación, COV (7.4).

4 Descalificación

Un equipo **NO** será elegible para ganar si:

- No cumple con las reglas de la competencia.
- No entrega la Hoja de Excel o no se registra dentro de los plazos establecidos.
- Presenta comportamiento inadecuado o inseguro durante la construcción o la evaluación de la bola.
- No envía exactamente dos (2) bolas para competir.

Los organizadores se reservan el derecho de interpretar estas reglas y de resolver las situaciones no previstas el día de la competencia.

5 Hoja de Excel

Los organizadores suministran una plantilla de Excel (el *Submittal*) que cada equipo debe descargar, llenar por completo y entregar dentro del plazo. Es el documento donde queda registrado el diseño de tu bola, en un formato único para que todos los equipos sean comparables.

La plantilla trae dos pestañas: «Team Acronym» (donde va tu información) y «Ejemplo» (una guía ya llena que muestra qué va en cada casilla). En el Excel documentas, como mínimo:

- El tipo de mezcla elegido (FRC o UHPC) y su composición completa: cementante, relación agua/cemento, agregados, adiciones y aditivos, con las cantidades por unidad de volumen.
- La fibra: tipo (según la especificación ASTM indicada en el Excel), longitud y dosis.

- La densidad calculada de la mezcla (ver 6.4).
- Los materiales extra usados para ajustar la masa, si los hay (ver 6.3).
- Los resultados de tu bola en cada prueba.

Reglas de la hoja. Renombra la pestaña «Team Acronym» con el acrónimo de tu equipo; llena todas las celdas siguiendo el formato de la pestaña «Ejemplo»; no agregues ni elimines filas o columnas. Ante cualquier duda de qué va en cada casilla, guíate por la pestaña «Ejemplo» del propio Excel de la competencia.

6 Materiales

6.1 Mezcla de concreto

Cada equipo diseña y construye su bola con su **PROPIA** mezcla de concreto reforzado con fibra, de uno de estos dos tipos:

- **FRC:** concreto reforzado con fibra.
- **UHPC:** concreto de ultra-alto desempeño, de elaboración propia.

No se entregan mezclas base: cada equipo formula la suya y la documenta por completo en la Hoja de Excel (sección 5). La mezcla debe ser de diseño y elaboración propios; NO se permite usar mezclas empaquetadas, prefabricadas ni pre-dosificadas de fábrica (por ejemplo, concretos o morteros listos para usar de bolsa). Esta libertad es intencional: la experimentación de todos los equipos queda registrada y sirve de referencia para seguir mejorando de cara a la competencia internacional.

Se permite reparar, rellenar o corregir la superficie de la bola después del vaciado si es necesario, siempre que se usen los mismos materiales de la mezcla original.

6.2 Refuerzo en fibra

- El uso de refuerzo en fibra es **OBLIGATORIO**.
- No se permite ningún otro tipo de refuerzo (por ejemplo: mallas metálicas o barras de acero).
- Solo se pueden usar los tipos de fibra descritos por las especificaciones ASTM listadas en la Hoja de Excel.
- Todas las fibras deben tener la misma longitud, y esta debe estar entre 10 mm y 55 mm.
- No hay límite en la cantidad (dosificación) de fibra que se puede usar.

6.3 Materiales extra (opcional)

Se permite incorporar materiales adicionales a la mezcla para ajustar la masa y la densidad de la bola, con las siguientes condiciones:

- No pueden ser materiales cementantes ni fibra.
- Deben estar completamente encapsulados dentro de la bola.
- Pueden agruparse como un núcleo central o distribuirse de forma homogénea en toda la bola.
- La bola puede tener múltiples capas de diferentes densidades.

Ejemplos genéricos: un material de distinta densidad distribuido dentro de la mezcla, o encapsulado formando un núcleo central. Si se usan, deben describirse brevemente en la sección correspondiente de la Hoja de Excel.

6.4 Densidad de la mezcla

Cada equipo debe calcular la densidad de la mezcla FRC/UHPC utilizada para construir su bola. Esta densidad NO debe incluir los materiales extra ni los materiales estéticos; sí debe incluir la fibra, ya que forma parte de la mezcla FRC/UHPC.

6.5 Materiales disponibles y adquisición

La lista de materiales que estarán disponibles para los equipos se especificará más adelante. Si un equipo desea adquirir materiales adicionales, puede hacerlo por su cuenta, siempre que: (i) sean de adquisición legal, (ii) el propio equipo asuma su costo, y (iii) se reporten en la Hoja de Excel (sección 5). En todo caso sigue vigente la sección 6.1: la mezcla debe ser de diseño y elaboración propios, sin mezclas empaquetadas ni prefabricadas.

6.6 Formaleta (molde)

Cada equipo fabrica y aporta su propia formaleta (molde) para vaciar la bola, del material y de la forma que prefiera. No se entrega un molde estándar: el diseño y la construcción de la formaleta son parte del reto de cada equipo.

Nota importante: Cualquier cosa que quieran hacer que las normas NO prohíban, estará permitido. Aplica a formaleta, materiales y en general, el proceso y desarrollo de mezclas de concreto. Recordar que, cada grupo deberá costear las materiales diferentes a los ofrecidos, deberá diseñar y producir su formaleta ya que es parte del reto.

7 Pruebas y Calificación

Cada prueba se califica según el desempeño real de la bola frente al objetivo: masa y diámetro con la fórmula de cercanía al objetivo; bolos por los pines derribados; y compresión por el coeficiente de variación (COV) de la carga.

7.1 Prueba de Masa

10 %

- **Masa objetivo:** 5.250 g.
- **Rango permitido:** 5.250 g ± 500 g (entre 4.750 y 5.750 g).
- Cada bola se pesa y se califica por separado con la fórmula de abajo (0 puntos si esa bola queda fuera del rango). La nota de la prueba es el promedio de los puntos de las dos bolas.

Puntaje por bola (sobre 10): se pierde puntaje de forma lineal a medida que la masa se aleja del objetivo, hasta llegar a 0 en el borde del rango. La nota final de masa es el promedio de los puntos de las dos bolas.

FÓRMULA · PUNTAJE POR BOLA

$$Puntos = 10 \times \left(1 - \frac{|5.250 - masa|}{500}\right) ; 0 \text{ si sale del rango}$$

Aviso importante. Procura que las DOS bolas queden dentro del rango. Como la nota es el promedio de las dos, si una bola se sale del rango entra como 0 y solo la otra suma puntos, de modo que tu nota de masa cae aproximadamente a la mitad, aunque la otra bola sea perfecta.

Ejemplos (puntos de una bola)

Masa de una bola	Error	Puntos
5.250 g (perfecto)	0 g	10,0
5.300 g	50 g	9,0
5.400 g	150 g	7,0
5.550 g	300 g	4,0
5.750 g (borde)	500 g	0,0
5.800 g (fuera de rango)	—	0 (esta bola aporta 0 puntos)

7.2 Prueba de Diámetro

10 %

- La bola debe ser esférica.
- Diámetro objetivo:** 190 mm.
- Rango permitido:** 190 mm ± 15 mm (entre 175 y 205 mm).
- Se toman 3 medidas en ejes aleatorios por bola. Cada bola se califica por separado (0 puntos si esa bola queda fuera del rango) y la nota de la prueba es el promedio de los puntos de las dos bolas.

Puntaje por bola (sobre 10): misma idea que en masa, lineal desde el objetivo hasta el borde del rango. La nota final de diámetro es el promedio de los puntos de las dos bolas.

FÓRMULA · PUNTAJE POR BOLA

$$Puntos = 10 \times \left(1 - \frac{|190 - \text{diámetro}|}{15}\right) ; 0 \text{ si sale del rango}$$

Aviso importante. Procura que las DOS bolas queden dentro del rango. Como la nota es el promedio de las dos, si una bola se sale del rango entra como 0 y solo la otra suma puntos, de modo que tu nota de diámetro cae aproximadamente a la mitad, aunque la otra bola sea perfecta.

Ejemplos (puntos de una bola)

Diámetro de una bola	Error	Puntos
190 mm (perfecto)	0 mm	10,0
193 mm	3 mm	8,0
195 mm	5 mm	6,7
200 mm	10 mm	3,3
205 mm (borde)	15 mm	0,0

7.3 Prueba de Bolos

35 %

En bolos se compite con una sola de las dos bolas del equipo; a diferencia de las demás pruebas, aquí no se promedia. La bola rueda por una rampa inclinada de madera hacia una pista con 6 pines estándar.

FIGURA 1 · PISTA Y RAMPA



Vista de perfil de la pista y la rampa. La bola desciende por gravedad y derriba los 6 pines al final de la pista.

Formato

- **Mínimo 6 rondas.** El número exacto de rondas se definirá después de la inscripción, una vez se conozca con exactitud la cantidad de grupos inscritos (por cuestiones de tiempo).
- Un (1) solo lanzamiento por ronda.
- El puntaje de bolos es el número de pines derribados (máximo 6 por ronda).

Roles del equipo

- **Lanzador:** posiciona y suelta la bola desde la rampa. Solo puede soltarla; NO puede empujarla. La bola desciende únicamente por gravedad.
- **Retornador:** ubicado al final de la pista, da indicaciones de dirección al Lanzador antes de soltar la bola y la devuelve tras cada turno.

Reglas adicionales

- No se permiten ensayos ni lanzamientos de práctica con las bolas, ni antes ni después de la competencia, por razones logísticas y de seguridad de las bolas.
- Una vez soltada, la bola no puede tocarse ni interrumpirse.
- Si no se completan todas las rondas dentro del tiempo asignado, se cuenta el puntaje acumulado hasta ese momento.

Puntaje (sobre 35): proporcional a los pines derribados.

FÓRMULA · PUNTAJE DE BOLOS

$$Puntos = 35 \times \frac{\text{pines derribados}}{\text{pines máximos posibles}}$$

donde los pines máximos posibles son $6 \times$ el número de rondas jugadas.

7.4 Prueba de Resistencia (Compresión)

45 %

Esta prueba mide la tenacidad (toughness) de la bola: su capacidad de seguir soportando carga después de agrietarse, gracias al refuerzo en fibra. Es la prueba que más pesa.

Lo que importa en esta prueba no es cuánta carga resiste la bola, sino cómo la resiste: qué tan constante se mantiene la carga a lo largo de la deformación. Por eso se califica con el coeficiente de variación (COV) y no con la carga máxima.

Edad de la bola. Al momento del ensayo, cada bola debe tener una edad mínima de 14 días de curado. No hay edad máxima: cada equipo decide cuánto tiempo cura sus bolas.

¿Cómo funciona el ensayo? La bola se coloca en una máquina de compresión y se le aplica una carga continua a una velocidad constante de 12,50 mm/min. Se registra la carga en cinco (5) momentos, cada vez que el cabezal avanza 5 mm adicionales:

- **Lectura 1:** a 5 mm de desplazamiento.
- **Lectura 2:** a 10 mm.
- **Lectura 3:** a 15 mm.
- **Lectura 4:** a 20 mm.
- **Lectura 5:** a 25 mm.

Se ensayan las dos bolas. Para cada uno de los cinco desplazamientos se promedia la carga de las dos bolas, y con esas cinco cargas promedio se calcula el COV del equipo. Así, la compresión también se califica por el promedio de las dos bolas, igual que masa y diámetro.

El diseño ideal logra que las 5 cargas sean iguales entre sí: la bola soporta la misma fuerza durante toda la deformación (comportamiento elasto-plástico ideal). Esto se cuantifica con el Coeficiente de Variación (COV):

FÓRMULA · COEFICIENTE DE VARIACIÓN

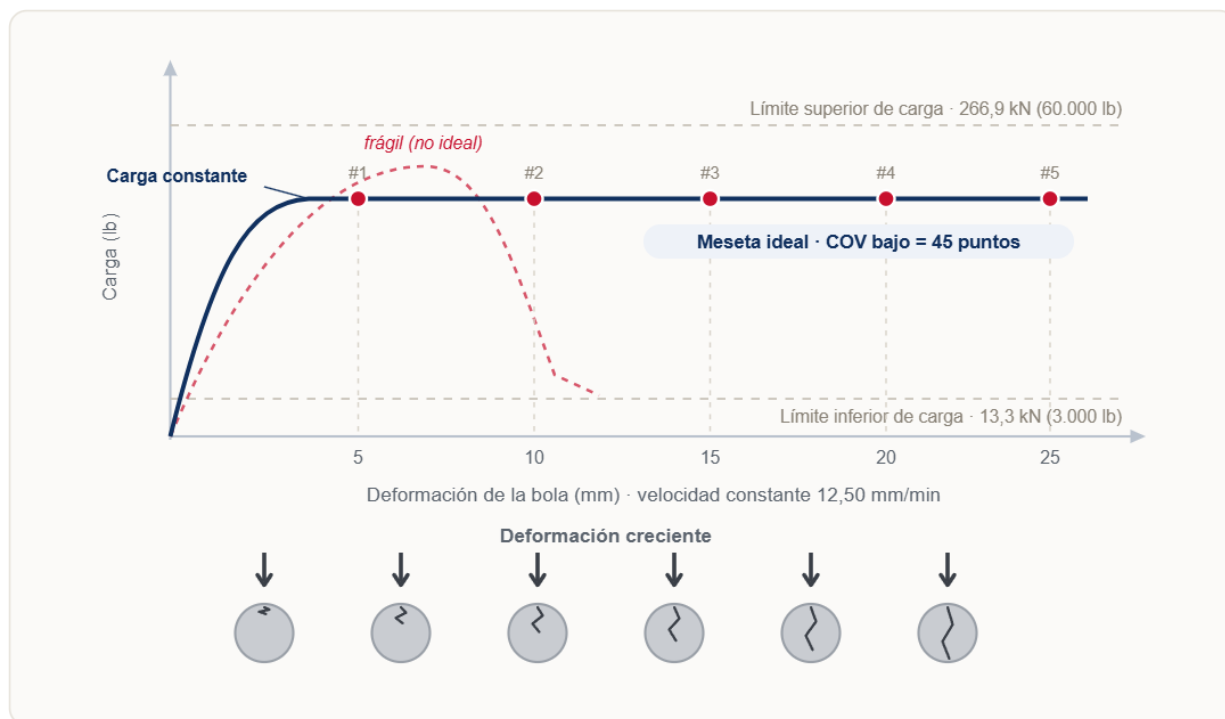
$$COV = \frac{\sigma}{\mu} \times 100 \%$$

σ = desviación estándar de las 5 cargas · μ = promedio de las 5 cargas

- **COV = 0 %** → las 5 cargas son idénticas → puntaje máximo.
- **COV alto** → la carga varió mucho entre lecturas → menor puntaje.

En otras palabras: una bola que se quiebra de golpe y pierde su capacidad de carga tiene un COV muy alto; una bola que, gracias a las fibras, se deforma manteniendo su resistencia tiene un COV bajo.

FIGURA 2 · ENSAYO DE TENACIDAD



Las 5 lecturas de carga a 5, 10, 15, 20 y 25 mm. La meseta plana (azul) representa un COV bajo (respuesta elasto-plástica ideal); la curva frágil (roja punteada) sube a un pico y cae, con un COV alto.

Puntaje (sobre 45): los equipos se ordenan por su COV (menor COV = mejor).

FÓRMULA · PUNTAJE DE COMPRESIÓN

$$\text{Puntos} = 45 \times \left(1 - \frac{COV_{\text{equipo}}}{COV_{\text{máximo}}}\right)$$

donde $COV_{\text{máximo}}$ es el mayor COV entre los equipos que quedaron dentro de los límites. El equipo con el menor COV obtiene 45 puntos; el de mayor COV, 0; los demás, proporcionalmente entre esos extremos.

Límites de descalificación

Un equipo obtiene 0 puntos en compresión si:

- Cualquiera de las 5 cargas es menor a 13,3 kN (3.000 lb) o mayor a 266,9 kN (60.000 lb), o
- El promedio de las 5 cargas es menor a 22,2 kN (5.000 lb) o mayor a 222,4 kN (50.000 lb).

Estos límites evitan que la bola sea demasiado débil (no alcanza la carga mínima) o demasiado rígida y frágil (carga altísima sin deformación progresiva).

En resumen, imagina la curva carga vs. desplazamiento: en lugar de un pico seguido de una caída brusca (comportamiento frágil), lo ideal es una meseta plana, donde la bola resiste casi la misma fuerza a lo largo de los 25 mm de deformación. Eso es lo que el refuerzo en fibra debe lograr.

8 Conducta y Seguridad

- Se espera un comportamiento seguro y profesional en todo momento.
- Está prohibido correr, lanzar o catapultar la bola en cualquier lugar fuera de la pista oficial.
- Por razones logísticas y de seguridad de las bolas, no se permiten ensayos ni pruebas con ellas fuera de la competencia, ni antes ni después de esta.
- El incumplimiento de las normas de seguridad puede resultar en descalificación inmediata.

9 Acompañamiento y capacitación

Como en la competencia participan estudiantes de primeros semestres, el capítulo ofrecerá clases y acompañamiento: cómo hacer concreto, ideas para construir la formaleta y guía del proceso de cada equipo. Este apoyo es opcional y está disponible para quien lo necesite.

Cualquier duda sobre las reglas, horarios, el desarrollo de formaleta, materiales, teoría y todo relacionado a la competencia contactar a los siguientes números de WhatsApp o en la comunidad del ACI contactar al Presidente o Vicepresidente:

WhatsApp: 312 8868431

WhatsApp: 321 9765313

Se podrá agendar citas en horarios acordados con estos contactos.

10 Cronograma y comunicaciones

El cronograma completo de la competencia se comunicará más adelante por los canales oficiales del capítulo; estar pendientes de estos medios es responsabilidad de cada equipo. En particular, se definirán después de la inscripción de todos los equipos:

- El orden en que cada equipo funde su bola y hace uso del laboratorio.
- El número de rondas de la prueba de bolos, según la cantidad de grupos inscritos (ver 7.3).
- Las fechas de inscripción y demás hitos del cronograma.

CANALES OFICIALES Instagram **@aciuniandes** · Canales de **WhatsApp** del capítulo

Grupo de WhatsApp para estudiantes interesados en la competencia: <https://chat.whatsapp.com/FubOh1wr0pDDRIMVbQH9Jw>