

GFRP Misconceptions—Part 2

There are many design materials in a structural engineer's toolbox that should be evaluated for the structural and environmental conditions under consideration—concrete, mild reinforcement, prestressing, and even structural steel and wood. As engineers, we know that not even concrete is ideal for all structures. And so, glass fiber-reinforced polymer (GFRP) reinforcing bars cannot be used in all reinforced concrete applications. We should not be afraid of innovation as it will expand possibilities, and more research is being done to that aim. Many advances have been made in coated and uncoated specialty steels for reinforcing concrete as well.

In this series of Q&A articles, we will attempt to clarify some common questions and misconceptions about GFRP reinforcing bars. They are compared to steel reinforcing bars to reference something that the reader is likely more familiar with currently.

Support for the series is graciously recognized from the American Composites Manufacturers Association (ACMA) FRP Rebar Manufacturers Council, and NEX: An ACI Center of Excellence for Nonmetallic Building Materials.

Q1. *Traceability: Once the bars get to the project site, how will I be able to tell which products are which?*

A1. Purchasers of GFRP reinforcing bars can request in their purchase order or contract documents that the manufacturer provides a certificate of analysis (COA) for the bars, ensuring quality and compliance with ASTM International material specifications (ASTM D7957/D7957M¹ or D8505/D8505M²) at the time of purchase. The COA outlines both the testing results and the minimum standards for reference. Additionally, bar markings will be printed on each bar for cross-reference to these COAs. Each bar is clearly marked with the ASTM specification, bar size designation, manufacturer name, and lot number, allowing for easy identification and traceability to address any possible questions. This ensures that you know what products you have at any time during construction and is akin to a steel mill cert (or certificate) for steel reinforcing bars.

Q2. *Hybrid reinforced members with steel and GFRP: Am I allowed to use steel reinforcing bars and GFRP reinforcing bars together in the same structure or structural element?*

A2. Current provisions within ACI CODE-440.11-22³ would dictate that individual structural elements be designed using either GFRP reinforcing bars or steel reinforcing bars. Within a given structure, some structural elements may possibly be designed with GFRP reinforcing bars and other elements with steel reinforcing bars by following the respective provisions.

To highlight this distinction further, the design of members that use both GFRP reinforcing bars and steel reinforcing bars in the same element is not covered by ACI CODE-440.11-22 or ACI CODE-318-19.⁴ This may be allowed in future code provisions, however, given that research is currently being conducted for seismic-force-resisting elements that uses a combination of both GFRP and steel reinforcing bars. Additionally, it is important to note that there is no concern with mixing GFRP reinforcing bars and any coated or uncoated steel reinforcing bars from a dissimilar metal perspective (as there are with some steel reinforcing bar combinations) because GFRP is completely non-ferrous.

Q3. *Sustainability: Is there an embodied carbon benefit to using GFRP reinforcing bars? It seems like there must be some from what I know about production methods.*

A3. The product category rules (PCRs) for the development of Environmental Product Declarations (EPDs) for fiber-reinforced polymer (FRP) reinforcing bars have recently been published for North America, with other regions of the world offering alternative published PCRs.⁵ With that in mind, the American Composites Manufacturers Association (ACMA) has launched an EPD generator to facilitate development of EPDs in the composites industry. Several GFRP reinforcing bar manufacturers have published EPDs globally, and others are in process thanks to ACMA support. Purchasers or other interested parties can contact the manufacturer for their specific EPD.

Although comparisons are tempting and offer some indication of relative scale because the products were not prepared using the same PCRs (steel and GFRP, in this case), direct comparisons should not be made. That said, we can get an idea per linear foot. Given that the weight of GFRP reinforcing bars is approximately one-third to one-fourth of the weight for an equivalently sized steel reinforcing bar, and design for a given structural element or structure may not allow for a one-for-one replacement, comparison can be difficult. On a material-to-material basis, again based on a one-foot length of equivalently sized bars, further based on cradle-to-gate (modules A1-A3) and within the North American market, GFRP reinforcing bars would offer a 10 to 50% savings in greenhouse gas (GHG) emissions depending on the manufacturers used for comparison.

Comparisons at the element design level indicated that the difference between GFRP and steel is likely within ±10 to 15% for common reinforced concrete structural designs, depending on specific structural considerations. Additional savings would be realized in transportation and construction (modules A4 and A5, where the weight savings really help with trucking/equipment needs) and the longevity of structures (for example, 100-year service life bridges with

lower maintenance costs). Inputs/data for the use stage (module B), end-of-life stage (module C), and beyond-the-system-boundary considerations like recycling and reuse (module D) are project-specific. This makes quantifying them more difficult, and to date, discussions have remained qualitative. Industry efforts to recycle both the resin and fiber from composites are currently underway, with the expectation that they will reach maturity prior to their need related to GFRP-reinforced concrete.

U.S.-based steel manufacturing uses high recycled content and electric arc furnace (EAF) production methods, making it some of the cleanest in the world.⁶ Globally, steel reinforcing bars are not all manufactured with these methods, and so comparisons may be quite different regionally around the world.

Q4.

Elevated temperatures and fire: What exactly are the limitations for GFRP-reinforced concrete structures when it comes to fire and elevated temperatures?

A4.

Per ACI CODE-440.11-22, Section 4.11, GFRP reinforcing bars cannot be used in any structures that require an elevated service temperature or a fire resistance rating unless the structural fire resistance has been shown to be adequate by calculations or tests and approved by the building official. Recall that a minimum glass-transition temperature T_g is specified in the material specification, and T_g is the temperature at which the composite goes from a hard solid consistency and begins to lose its rigidity, based on the modulus of the material. ACI CODE-440.11-22 limits the service temperature of members reinforced with GFRP reinforcing bars to 185°F (85°C).

ACI/NEEx MNL-6(23)⁷ outlines the limitations from the International Building Code (IBC) in Tables 2.4a and 2.4b (refer to Fig. 1 and 2, respectively) with the following guidance. Fire resistance ratings are generally required for reinforced concrete columns, elevated slabs, beams, and structural walls in building types that require structural fire ratings (for example, high-rise buildings, schools, and hospitals). Elements such as slabs-on-ground and footings generally do not require fire ratings.

Table 2.4a—Limits on permissible number of stories for sprinklered buildings with no fire resistance rating required by type

	II-B	III-B (except exterior walls)	V- B
Assembly	3	3	2
Business	4	4	3
Education	3	3	2
Mercantile	5	5	2
Residential R-1, R-2	5	5	3

Fig. 1: Table 2.4a from Reference 7

Table 2.4b—Limits on permissible area of sprinklered buildings with no fire resistance rating required by type

	II-B	III-B (except exterior walls)	V-B
Assembly	34,000 ft ² (3160 m ²)	34,000 ft ² (3160 m ²)	22,000 ft ² (2040 m ²)
Business	92,000 ft ² (8550 m ²)	76,000 ft ² (7060 m ²)	36,000 ft ² (3340 m ²)
Education	58,000 ft ² (5390 m ²)	58,000 ft ² (5390 m ²)	38,000 ft ² (3530 m ²)
Mercantile	50,000 ft ² (4640 m ²)	50,000 ft ² (4640 m ²)	36,000 ft ² (3340 m ²)
Residential R-1, R-2	64,000 ft ² (5950 m ²)	64,000 ft ² (5950 m ²)	28,000 ft ² (2600 m ²)

Fig. 2: Table 2.4b from Reference 7

Additionally, there are many common building types that do not require structural fire resistance ratings.

Significant research into fire performance of GFRP-reinforced concrete is underway (Fig. 3) for the next ACI CODE-440.11 cycle and has shown that the resin degrades within the concrete, but the fibers stay and, if there is sufficient anchorage in a cool zone (that is, an area where there is no fire), performance is sufficient for the required structural fire resistance ratings.



Fig. 3: Ongoing research led by Mark Green, Queen's University, and Hamzeh Hajiloo, Carleton University, on GFRP-reinforced concrete under fire (Photos courtesy of MST Rebar Inc.)

Q5. *Seismic provisions: I understand that there are limitations to the use of GFRP reinforcing bars in higher seismic regions, is that true?*

A5. The Preface of ACI CODE-440.11-22 outlines that the design provisions cover the design of GFRP-reinforced concrete members in a structure assigned to Seismic Design Category (SDC) A and the design of GFRP-reinforced concrete members in SDC B and C if those members are not designated as part of the seismic-force-resisting system. Research is ongoing with the aim of expanding these provisions.⁸ ACI CODE-440.11-22 does not outline design provisions for structural concrete members in structures within SDC D, E, and F.

Q6. *Limitations: Should I be concerned about using GFRP reinforcing bars in light of the limitations that the Code is placing on their use?*

A6. The short answer is “no.” Nearly all “new” technologies have limits in the Code, especially as they are first included as acceptable materials, but even well beyond that. Although ACI CODE-318-19 does not specify a maximum strength for concrete, several design provisions do set a limit to $\sqrt{f'_c}$ of 100, effectively limiting the maximum concrete strength to 10,000 psi. Further, ACI CODE-318-19, Table 20.2.2.4(a), places maximum limits on the yield strength of mild steel reinforcement for various load conditions and structural applications. These limits are either 60, 80, or 100 ksi for various seismic, flexural, shear, and torsion applications.

Q7. *Currently, I am not seeing the option for GFRP mechanical splices or headed bars. Are future developments underway? And why are things like field bending not possible yet?*

A7. The industry has been working diligently over the past few decades to complete a bridge (through AASHTO) and building (through ACI) design code with accompanying materials specifications (through ASTM International). With those standards and specifications in place, research continues in several exciting areas, namely mechanical splices, headed bars, and the possibility to bend GFRP reinforcing bars post-production.

Several manufacturers and universities in the United States and Canada are working on research to develop a coupler/mechanical splice system for GFRP reinforcing bars. ICC-ES “AC552: Acceptance Criteria for Mechanical Splice Systems for Fiber Reinforced Polymer (FRP) Bars”⁹ was approved in 2023. Ideally, and to maintain the non-corrosive nature of GFRP reinforcing bars, these couplers will be nonmetallic. However, testing is underway to qualify GFRP reinforcing bars with commercially available metallic couplers and may be a nearer-term option.

Headed bars are also limited in their availability. CSA S807:19¹⁰ outlines some provisions for manufacturing headed bars, but there has not yet been broader consideration to create standards. This will be an area for future developments.

Additionally, related to the ability to bend GFRP reinforcing bars, the production of GFRP reinforcing bars using thermoplastic resins is under development. Compared to thermoset resins, which cure and will not soften in a manner that will allow for production-level manipulation of bar shape, thermoplastic resins have a more flexible polymer structure and could possibly allow for production-level manipulation of bar shape. This would allow GFRP

reinforcing bars to be bent post-manufacturer at a fabricator facility or in the field. It is important to note that potentially bending bars post-production would require considerable quality control provisions. Yet, this is a possible development, like all those discussed herein that offer promise to the industry.

References

1. ASTM D7957/D7957M-22, “Standard Specification for Solid Round Glass Fiber Reinforced Polymer Bars for Concrete Reinforcement,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2022, 5 pp.
2. ASTM D8505/8505M-23, “Standard Specification for Basalt and Glass Fiber Reinforced Polymer (FRP) Bars for Concrete Reinforcement,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2023, 8 pp.
3. ACI Committee 440, “Building Code Requirements for Structural Concrete Reinforced with Glass Fiber-Reinforced Polymer (GFRP) Bars—Code and Commentary (ACI CODE-440.11-22),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2023, 260 pp.
4. ACI Committee 318, “Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary (ACI 318R-19) (Reapproved 2022),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 624 pp.
5. NSF 1125-25, “Fiber Reinforced Polymer Composite Products – Rebar or Dowel Bars,” NSF International, Ann Arbor, MI, Oct. 2025, 27 pp.

6. CRSI, “Environmental Product Declaration: Steel Reinforcement Bar,” Concrete Reinforcing Steel Institute, Schaumburg, IL, Sept. 2022, 13 pp.

7. ACI/NEx, “MNL-6(23): Recommended Practice Guidelines for FRP Bars in Pre-Engineered Projects,” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2023, 80 pp.

8. Harries, K.A.; Ospina, C.E.; Marsh, M.L.; Alcocer, S.M.; and Kanitkar, R., “Challenges and Opportunities for the Seismic Design of Structural Concrete with GFRP Bars,” *Concrete International*, V. 47, No. 12, Dec. 2025, pp. 29-33

9. ICC-ES, “AC552: Acceptance Criteria for Mechanical Splice Systems for Fiber Reinforced Polymer (FRP) Bars,” ICC Evaluation Service, LLC, Brea, CA, Oct. 2023, 6 pp.

10. CSA S807:19 (R2024), “Specification for Fibre-Reinforced Polymers,” CSA Group, Toronto, ON, Canada, 2019, 67 pp.

Thanks to Danielle Kleinhans, FACI, Director of Engineering and Business Development, Mateenbar Composite Reinforcements, LLC, Charlotte, NC, USA, for providing the answers to these questions.

Questions in this column were asked by users of ACI documents and have been answered by ACI staff or by a member or members of ACI technical committees. The answers do not represent the official position of an ACI committee. Comments should be sent to lacey.stachel@concrete.org.

ACI Multi-User/Multi-Site Solutions



From a single title, to a custom selection, to ACI's full collection, the American Concrete Institute partners with leading distributors to provide access to the Institute's published content for multiple locations and/or multiple users.

CUSTOMIZABLE COLLECTION

MULTIPLE USERS

MULTIPLE LOCATIONS

BUNDLE WITH OTHER PUBLISHERS



American Concrete Institute
Always advancing

www.concrete.org

Conceptos erróneos de GFRP – Parte 2

Existen muchos materiales de diseño en la “caja de herramientas” de un ingeniero estructural que deben evaluarse según las condiciones estructurales y ambientales en consideración: concreto, acero de refuerzo convencional, presfuerzo, e incluso acero estructural y madera. Como ingenieros, sabemos que ni siquiera el concreto es ideal para todas las estructuras. Del mismo modo, las barras de refuerzo de Polímero reforzado con fibra de vidrio- GFRP (por sus siglas en inglés) no pueden utilizarse en todas las aplicaciones de concreto reforzado. No debemos temer a la innovación, ya que esta expande las posibilidades, y cada vez se desarrollan más investigaciones con ese propósito. También se han logrado muchos avances en aceros especiales, con y sin recubrimiento, para el refuerzo del concreto.

En esta serie de artículos en formato de preguntas y respuestas, intentaremos aclarar algunas preguntas y malentendidos comunes sobre las barras de refuerzo de GFRP. Estas se comparan con las barras de acero para ofrecer una referencia basada en un material con el que el lector probablemente esté más familiarizado.

Agradecemos el apoyo brindado para esta serie por el American Composites Manufacturers Association (ACMA) – FRP Rebar Manufacturers Council, y por NEx: An ACI Center of Excellence for Nonmetallic Building Materials.

P1. *Trazabilidad: Una vez que las barras lleguen al sitio del proyecto, ¿cómo podré identificar qué productos corresponden a cuáles?”*

R1. Los compradores de barras de refuerzo GFRP pueden solicitar en su orden de compra o en los documentos contractuales que el fabricante proporcione un certificado de análisis (COA) para las barras, garantizando la calidad y el cumplimiento con las especificaciones de materiales de ASTM International (ASTM D7957/D7957M¹ o D8505/D8505M²) en el momento de la adquisición. El COA incluye tanto los resultados de los ensayos como los valores mínimos de referencia. Además, cada barra tendrá marcas impresas para permitir la verificación con estos COA. Cada barra está claramente marcada con la especificación ASTM, el tamaño nominal, el nombre del fabricante y el número de lote, lo que permite una identificación y trazabilidad sencilla para resolver cualquier duda. Esto asegura que siempre sepas qué productos se tienen en obra, y es equivalente a un certificado de molino (mill cert) en el caso del acero de refuerzo.

¿Se permite usar barras de refuerzo de acero y barras de refuerzo GFRP juntas en la misma estructura o en el mismo elemento estructural?

P2.

R2. Las disposiciones actuales del Código ACI-440.1R-22 establecen que los elementos estructurales individuales deben diseñarse utilizando barras de refuerzo GFRP o barras de acero, pero no ambas dentro del mismo elemento. Dentro de una misma estructura, algunos elementos pueden diseñarse con barras GFRP y otros con barras de acero, siempre y cuando se sigan las disposiciones correspondientes. Para enfatizar esta distinción, el diseño de elementos que utilicen simultáneamente barras de refuerzo GFRP y barras de acero en un mismo miembro estructural no está cubierto ni por el Código ACI-440.1R-22 ni por el Código ACI-318-19. Es posible que esto se permita en futuras versiones del código, ya que actualmente se están llevando a cabo investigaciones sobre elementos resistentes a fuerzas sísmicas que combinan ambos tipos de refuerzo. Además, es importante señalar que no existe ningún problema en mezclar barras GFRP con barras de acero, ya sean revestidas o sin revestir, desde la perspectiva de interacción entre metales disímiles (como sí ocurre con algunas combinaciones de barras de acero), debido a que el GFRP es completamente no ferroso.

P3. *Sostenibilidad: ¿Existe algún beneficio en términos de carbono incorporado al usar barras de refuerzo GFRP? Parece que debería haber alguno según lo que sé sobre los métodos de producción.*

R3. Las Reglas de Categoría de Producto (Product Category Rules, PCR, por sus siglas en inglés) para el desarrollo de Declaraciones Ambientales de Producto (Environmental Product Declarations, EPD, por sus siglas en inglés) de barras de refuerzo de polímero reforzado con fibra (fiber-reinforced polymer, FRP, por sus siglas en inglés) se han publicado recientemente para Norteamérica, mientras que otras regiones del mundo cuentan con PCR alternativas. Con esto en mente, la American Composites Manufacturers Association (ACMA) ha lanzado un generador de EPD para facilitar su elaboración dentro de la industria de los compuestos. Varios fabricantes de barras de refuerzo de polímero reforzado con fibra de vidrio (glass-fiber-reinforced polymer, GFRP, por sus siglas en inglés) ya han publicado EPD a nivel mundial, y otros se encuentran en proceso gracias al apoyo de ACMA. Los compradores u otras partes interesadas pueden contactar al fabricante para obtener la EPD específica de su producto. Aunque resulta tentador comparar EPD entre productos, y estas comparaciones pueden dar una idea de la escala relativa, no deberían hacerse comparaciones directas, ya que los productos no se desarrollaron bajo las mismas PCR (como es el caso entre acero y GFRP). Dicho esto, se puede obtener una idea aproximada por pie lineal. Dado que el peso de las barras GFRP es aproximadamente entre un tercio

y una cuarta parte del peso de una barra de acero del mismo tamaño, y considerando que el diseño de un elemento estructural puede no permitir una sustitución uno a uno, las comparaciones pueden ser complicadas. En una comparación material a material, basada en una longitud de un pie de barras del mismo tamaño, bajo un análisis cuna a puerta (módulos A1-A3) y dentro del mercado norteamericano, las barras GFRP podrían ofrecer entre un 10% y un 50% de reducción en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), dependiendo del fabricante usado en la comparación. Las comparaciones a nivel del diseño del elemento estructural indican que la diferencia entre GFRP y acero probablemente se sitúa dentro de un ± 10 a 15% para diseños comunes de concreto reforzado, según las consideraciones estructurales específicas.

Tabla 2.4a — Límites sobre el número permitido de pisos para edificios con rociadores automáticos, sin requerimiento de resistencia al fuego según el tipo de construcción.

	II-B	III-B (excepto muros exteriores)	V- B
Reuniones	3	3	2
Negocios	4	4	3
Educación	3	3	2
Mercantil	5	5	2
Residencial R-1, R-2	5	5	3

Fig. 1: Tabla 2.4a de la Referencia 7

Tabla 2.4b — Límites sobre el área permitida de edificios con rociadores automáticos, sin requerimiento de resistencia al fuego según el tipo de construcción.

	II-B	III-B (excepto muros exteriores)	V- B
Reuniones	34 000 ft ² (3 160 m ²)	34 000 ft ² (3160 m ²)	22 000 ft ² (2 040 m ²)
Negocios	92 000 ft ² (8 550 m ²)	76 000 ft ² (7 060 m ²)	36 000 ft ² (3 340 m ²)
Educación	58 000 ft ² (5 390 m ²)	58 000 ft ² (5 390 m ²)	38 000 ft ² (3 530 m ²)
Mercantil	50 000 ft ² (4 640 m ²)	50 000 ft ² (4 640 m ²)	36 000 ft ² (3 340 m ²)
Residencial R-1, R-2	64 000 ft ² (5 950 m ²)	64 000 ft ² (5 950 m ²)	28 000 ft ² (2 600 m ²)

Fig. 2: Tabla 2.4b de la Referencia 7

Además, se lograrían beneficios adicionales en las etapas de transporte y construcción (módulos A4 y A5, donde la reducción de peso contribuye significativamente en transporte y manejo), así como en la durabilidad de las estructuras, como (por ejemplo, en puentes con vida útil de 100 años y menores costos de mantenimiento).

Las entradas/datos para la etapa de uso (módulo B), la etapa de fin de vida (módulo C) y las consideraciones más allá de los límites del sistema, como el reciclaje y la reutilización (módulo D), dependen de cada proyecto. Esto dificulta su cuantificación y, hasta la fecha, las discusiones se han mantenido a un nivel cualitativo. Actualmente existen esfuerzos en la industria para reciclar tanto la resina como la fibra de los compuestos, con la expectativa de que estos procesos alcancen madurez antes de que se requieran para el concreto reforzado con GFRP.

En Estados Unidos, la fabricación de acero utiliza un alto contenido de reciclado y métodos de producción con hornos de arco eléctrico (EAF, por sus siglas en inglés), lo que la convierte en una de las más limpias del mundo. A nivel global, no todas las barras de refuerzo de acero se fabrican mediante estos métodos, por lo que las comparaciones pueden variar considerablemente según la región.

P4. *Temperaturas elevadas e incendios: ¿Cuáles son exactamente las limitaciones de las estructuras de concreto reforzado con GFRP en lo que respecta a incendios y temperaturas elevadas?*

R4. Según la Sección 4.11 del Código ACI-440.11-22, las barras de refuerzo GFRP no pueden utilizarse en estructuras que requieran una temperatura de servicio elevada o una clasificación de resistencia al fuego, a menos que se demuestre mediante cálculos o ensayos que la resistencia al fuego del elemento es adecuada y que esto sea aprobado por la autoridad correspondiente. Recordemos que en la especificación del material se requiere una temperatura de transición vítrea (T_g) mínima, y que esta es la temperatura T_g a la cual el compuesto pasa de una consistencia sólida y rígida a una menos rígida, basada en el módulo del material. El Código ACI-440.11-22 limita la temperatura de servicio de los elementos reforzados con barras GFRP a 185° (85°C). El documento ACI/NEx MNL-6(23)⁷ describe las limitaciones del International Building Code (IBC) en las Tablas 2.4a y 2.4b (ver Fig. 1 y Fig. 2,

respectivamente), con la siguiente orientación: las clasificaciones de resistencia al fuego generalmente se requieren para columnas de concreto reforzado, losas elevadas, vigas y muros estructurales en tipos de edificaciones que exigen resistencia estructural al fuego (por ejemplo, edificios de gran altura, escuelas y hospitales). Elementos como losas apoyadas sobre el terreno y zapatas generalmente no requieren resistencia al fuego. Además, hay muchos tipos de edificios comunes que no requieren clasificaciones de resistencia estructural al fuego. Se está llevando a cabo una investigación significativa sobre el comportamiento al fuego del concreto reforzado con GFRP (Fig. 3) para el próximo ciclo del Código ACI-440.11. Los estudios han mostrado que la resina



Fig. 3: Investigación en curso dirigida por Mark Green, de Queen's University, y Hamzeh Hajjloo, de Carleton University, sobre concreto reforzado con GFRP bajo condiciones de incendio
(Fotos cortesía de MST Rebar Inc.)

se degrada dentro del concreto, pero las fibras permanecen y, si existe un anclaje suficiente en una zona fría (es decir, un área donde no haya fuego), el desempeño puede ser adecuado para cumplir con las clasificaciones de resistencia al fuego requeridas.

P5. *Disposiciones sísmicas: Entiendo que existen limitaciones para el uso de barras de refuerzo GFRP en regiones de alta sismicidad, ¿es correcto?*

R5. El Prefacio del Código ACI-440.11-22 establece que las disposiciones de diseño cubren el diseño de miembros de concreto reforzado con GFRP en estructuras asignadas a la Categoría de Diseño Sísmico (SDC, por sus siglas en inglés) A, y el diseño de miembros de concreto reforzado con GFRP en SDC B y C, siempre y cuando esos miembros no estén designados como parte del sistema resistente a fuerzas sísmicas. Actualmente se está realizando investigación con el objetivo de ampliar estas disposiciones⁸.

El Código ACI-440.11-22 no incluye disposiciones de diseño para miembros estructurales de concreto en estructuras ubicadas en SDC D, E y F.

P6. *Limitaciones: ¿Debería preocuparme por usar barras de refuerzo GFRP a la luz de las limitaciones que el Código está imponiendo sobre su uso?*

R6. La respuesta corta es “no”. Casi todas las “nuevas” tecnologías tienen límites en el Código, especialmente cuando se incluyen por primera vez como materiales aceptables, e incluso mucho después de eso. Aunque el Código ACI-318-19 (del American Concrete Institute, ACI, por sus siglas en inglés) no especifica una resistencia máxima para el concreto, varias disposiciones de diseño sí establecen un límite equivalente a $f'_c = \sqrt{100}$, lo que en la práctica limita la resistencia máxima del concreto a 10 000 psi. Además, la Tabla 20.2.2.4(a) del Código ACI-318-19 establece límites máximos para la resistencia de fluencia del acero de refuerzo en distintas condiciones de carga y aplicaciones estructurales. Estos límites son de 60, 80 o 100 ksi para diferentes aplicaciones sísmicas, de flexión, corte y torsión.

P7. *Actualmente no veo disponible la opción de empalmes mecánicos o barras con cabeza en GFRP. ¿Se están desarrollando estas soluciones? ¿Y por qué cosas como el doblado en sitio todavía no son posibles?*

R7. La industria ha trabajado arduamente durante las últimas décadas para completar un código de diseño para puentes (a través de AASHTO) y edificios (a través de ACI), junto con las especificaciones de materiales correspondientes (a través de ASTM International). Con esas normas ya establecidas, la investigación continúa en varias áreas prometedoras, principalmente empalmes mecánicos, barras con cabeza y la posibilidad de doblar barras GFRP después de su producción. Varios fabricantes y universidades en Estados Unidos y Canadá están trabajando en el desarrollo de un sistema de acoplamiento/empalme mecánico para barras GFRP. El documento ICC-ES “AC552: Criterio de aceptación para sistemas mecánicos de empalme para barras reforzadas con fibra de vidrio” (*Acceptance Criteria for Mechanical Splice Systems for Fiber Reinforced Polymer (FRP) Bars*)⁹ fue aprobado en 2023. Idealmente, y para mantener la naturaleza no corrosiva del GFRP, estos acopladores deberían ser no metálicos. Sin embargo, se están realizando ensayos para calificar barras GFRP con acopladores metálicos comercialmente disponibles, lo cual podría ser una opción a más corto plazo.

Las barras con cabeza también son de disponibilidad limitada. La norma CSA S807:19¹⁰ incluye algunas disposiciones para la fabricación de barras con cabeza, pero aún no se han desarrollado estándares más amplios. Este será un campo para futuros avances. Además, en relación con la capacidad de doblar barras GFRP, se está desarrollando la producción de barras GFRP utilizando resinas termoplásticas. A diferencia de las resinas termoestables, que curan y no se pueden ablandar de forma que permitan una manipulación a nivel de producción, las resinas termoplásticas tienen una estructura polimérica más flexible y podrían permitir dicha manipulación. Esto permitiría doblar las barras GFRP después de fabricadas, ya sea en una planta de prefabricación o incluso en campo. Es importante señalar que la posibilidad de doblar barras después de su producción requeriría controles de calidad rigurosos. Sin embargo, este es un desarrollo posible, al igual que todos los mencionados anteriormente, y representa un gran potencial para la industria.

Referencias

1. ASTM D7957/D7957M-22, "Standard Specification for Solid Round Glass Fiber Reinforced Polymer Bars for Concrete Reinforcement," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2022, 5 pp.
2. ASTM D8505/8505M-23, "Standard Specification for Basalt and Glass Fiber Reinforced Polymer (FRP) Bars for Concrete Reinforcement," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2023, 8 pp.
3. ACI Committee 440, "Building Code Requirements for Structural Concrete Reinforced with Glass Fiber-Reinforced Polymer (GFRP) Bars—Code and Commentary (ACI CODE-440.1I-22)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2023, 260 pp.
4. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary (ACI 318R-19) (Reapproved 2022)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 624 pp.
5. NSF 1125-25, "Fiber Reinforced Polymer Composite Products – Rebar or Dowel Bars," NSF International, Ann Arbor, MI, Oct. 2025, 27 pp.
6. CRSI, "Environmental Product Declaration: Steel Reinforcement Bar," Concrete Reinforcing Steel Institute, Schaumburg, IL, Sept. 2022, 13 pp.
7. ACI/NEx, "MNL-6(23): Recommended Practice Guidelines for FRP Bars in Pre-Engineered Projects," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2023, 80 pp.
8. Harries, K.A.; Ospina, C.E.; Marsh, M.L.; Alcocer, S.M.; and Kanitkar, R., "Challenges and Opportunities for the Seismic Design of Structural Concrete with GFRP Bars," Concrete International, V. 47, No. 12, Dec. 2025, pp. 29-33
9. ICC-ES, "AC552: Acceptance Criteria for Mechanical Splice Systems for Fiber Reinforced Polymer (FRP) Bars," ICC Evaluation Service, LLC, Brea, CA, Oct. 2023, 6 pp.
10. CSA S807:19 (R2024), "Specification for Fibre-Reinforced Polymers," CSA Group, Toronto, ON, Canada, 2019, 67 pp.

Agradecimientos a Danielle Kleinhans, FACI, Directora de Ingeniería y Desarrollo de Negocios en Mateenbar Composite Reinforcements, LLC, Charlotte, Carolina del Norte, EE. UU., por proporcionar las respuestas a estas preguntas.

Las preguntas de esta columna fueron formuladas por usuarios de los documentos del ACI y han sido respondidas por personal del ACI o por uno o más miembros de los comités técnicos del ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de ningún comité del ACI. Los comentarios deben enviarse a lacey.stachel@concrete.org

Título original en inglés:
**Concrete Q&A.
GFRP Misconceptions—Part 2**

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo
Costa Rica**



Traductor:
**Est. Sebastian
Agüero Ricatti**



Revisión Técnica:
**Ing. Minor Murillo
Chacón**