

GFRP Misconceptions—Part 1

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 reinforcing, 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 can't 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 reinforced 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. *GFRP reinforcing bars are not approved for use, so it will be harder for me to “experiment”; is that true?*

A1. Development of consensus-based codes and standards for GFRP bars has been underway for several decades. ASTM International material specifications ASTM D7957/D7957M¹ and ASTM D8505/D8505M² are published and reference ASTM test methods for physical, mechanical, and durability characteristics. The bar diameter sizes available for GFRP reinforcing bars use the same nomenclature (that is, No. 3 [9.5 mm], No. 4 [12.7 mm], and larger) as steel reinforcing bars to denote the diameter to the 1/8 in. (3 mm) designation.

In addition, International Code Council (ICC) Evaluation Reports exist for commercially available GFRP reinforcing bars. GFRP reinforcing bar meets or exceeds ICC-ES AC454 acceptance criteria,³ including bond strength, tensile strength, and modulus of elasticity, among others. These and the fact that ACI CODE-440.11-22⁴ was adopted into the 2024 International Building Code (IBC)⁵ mean that engineers can confidently design with GFRP-reinforced concrete within Code limitations. All codes place limits on the use of materials, even higher-strength concretes and higher-strength or specialty reinforcing steels (more on that in the upcoming Part 2 of this Q&A article).

From a bridge and highway perspective, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) design codes exist for use of GFRP reinforcement

in pedestrian and vehicular bridges and have been used across the country since the late 2000s. The AASHTO *Load and Resistance Factor Design (LRFD) Bridge Design Guide Specifications for GFRP-Reinforced Concrete*, second edition, was published in 2018⁶ and *LRFD Guide Specifications for the Design of FRP Pedestrian Bridges*, second edition,⁷ was released this year. The AASHTO Product Evaluation and Audit Services (formerly National Transportation Product Evaluation Program or NTPEP) has quality control audits and test sampling criteria for both steel and GFRP reinforcing bar manufacturers. Several state departments of transportation also have design guides and material specifications for reference.

In Canada, material specification CSA S807⁸ governs bar manufacturing, while CSA S6:25⁹ and CSA S806¹⁰ are the design codes and standards for the design of highway bridges and buildings, respectively. Specifications also exist in other countries around the world but are not delineated herein.

Q2. *What are the physical, mechanical, and durability tests that GFRP reinforcing bars must meet?*

A2. ASTM D7957/D7957M contains references to standard test methods and minimum requirements for several properties. Table 1 provides a detailed list of test methods and required results. This material specification speaks to efforts by the composites industry to ensure quality and continuous improvement over previous generations of GFRP reinforcing bars, namely in the

Table 1: Test methods and requirements for GFRP bars

Property	Test method	Limits
Fiber content	ASTM D2584 ¹¹	≥ 70%
Degree of cure	ASTM D2160 ¹²	≥ 95%
Glass transition temperature	ASTM E1356 ¹³	≥ 100°C ≥ 212°F
Water absorption	ASTM D570 ¹⁴	≤ 0.25% in 24 hours at 50°C (122°F)
Resistance to alkaline environment	ASTM D7705/D7705M ¹⁵	≥ 80% of initial mean ultimate tensile force following 90 days at 60°C (140°F)
Ultimate tensile strength	ASTM D7205/D7205M ¹⁶	Varies, reported as a force by bar diameter
Tensile modulus of elasticity	ASTM D7205/D7205M	≥ 44,800 MPa ≥ 6,500,000 psi
Ultimate tensile strain	ASTM D7205/D7205M	≥ 1.10%
Transverse shear strength	ASTM D7617/D7617M ¹⁷	≥ 131 MPa ≥ 19,000 psi
Bond strength	ASTM D7913/D7913M ¹⁸	≥ 7.6 MPa ≥ 1100 psi

material’s performance both at the time of production and after environmental exposure to demonstrate durability.

Q3. *GFRP doesn’t have any residential codes/standards though, right?*

A3. The Masonry Society (TMS) published TMS 402/602: Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures,¹⁹ which outlines provisions for GFRP reinforcing for masonry elements in Appendix D. Additionally, ACI documents can be used for residential concrete design. GFRP reinforcing bars can be used in residential concrete, including footings and foundation walls, as prescribed in ACI CODE-332-20²⁰ using ACI CODE-440.11-22 design methodology. ACI CODE-332 will next be published in 2026 and will include GFRP bars as an accepted reinforcing material.

Suggested prescriptive tables are contained in MNL-6(23): Recommended Practice Guidelines for FRP Bars in Pre-Engineered Projects.²¹ These guidelines use the ASTM D7957/D7957M minimum material properties for design to detail prescriptive design tables for residential work consistent with ACI CODE-440.11-22 for slabs-on-ground and foundations. Check with your GFRP manufacturer for prescriptive design tables to eliminate engineering review and calculations for conditions within allowable parameters.

Q4. *What design philosophy for flexure, for example, is recommended by ACI CODE-440.11-22?*

A4. ACI CODE-440.11-22 allows for the reinforced concrete section to be over-reinforced, with a failure mode of concrete crushing, or under-reinforced, with a failure mode of reinforcement rupture. ACI design procedures for both failure modes use appropriate factors of safety to ensure life-safety and structural reliability as with other recognized engineering codes. Either method uses classic Whitney stress block analysis and assumptions. Due to the lower elastic modulus (roughly one-quarter that of steel) and linear-elastic behavior to failure, serviceability often controls the designs, which we will explore more throughout this article series.

Q5. *How does bond testing differ for GFRP and steel reinforcing bars?*

A5. Bond testing for GFRP bars is conducted according to the pullout test method defined in ASTM D7913/D7913M.¹⁸ The results obtained by performing this test are reported by manufacturers to ensure quality and compliance with material specifications. Even though the pullout test method is not necessarily representative of the actual behavior of a bar



Tied reinforcing bar grid (photo courtesy of Mateenbar Composite Reinforcements)



Placing concrete with GFRP reinforcing bars (photo courtesy of Mateenbar Composite Reinforcements)



Low Battery Seawall Project in Charleston, SC, USA (photo courtesy of Mateenbar Composite Reinforcements)

embedded in a concrete beam, it is nonetheless a rapid and effective way to describe the efficiency of the surface profile that is not yet standardized.

Q6. *GFRP does not corrode, but what are the degradation mechanisms at work over time?*

A6. Because GFRP is non-ferrous, it will never corrode and cause the expansion of rust by-products and subsequent spalling of concrete that we are familiar with. The composite nature of the material leads to the fibers serving as the tensile strength of the bar and the resin serving as the binding agent impregnating and encapsulating the fibers. The ASTM International test methods outlined previously (water absorption, alkaline resistivity, and degree of cure) were developed to establish threshold limits to ensure long-term performance. Physical property testing of bars has been conducted on several in-place bridges and shows very nominal degradation over time. This continues to be an area of research for the composites industry. In any event, ACI CODE-440.11-22, similarly to other codes, introduces a reduction coefficient, C_E , that accounts for environmental effects to ensure a service life of 100+ years.

Q7. *What considerations may be different during construction and concrete placement?*

A7. Construction tolerances are generally specified according to ACI SPEC-117-10(15),²² making them the same as for steel reinforcing bars. The lighter weight makes GFRP reinforcing bars easier to handle and can reduce demands on work crews and equipment. They are easier to cut, requiring only a small hand saw, and placing and tying follows with the same bar supports and ties as steel. Depending on placement drawings,

the GFRP bars may need to be tied or supported slightly more often based on their lighter weight (that is, the bars can exhibit a tendency to float in freshly placed concrete) and flexibility (that is, longer bars will tend to deflect more under their own weight, making supports more critical for clear cover). These details are covered by ACI SPEC-440.5-22: Construction with Glass Fiber-Reinforced Polymer Reinforcing Bars—Specification.²³

Q8. *Can GFRP bars be bent?*

A8. Because the thermoset resin (that is, vinyl ester as required by the ASTM International specification) used in the bars polymerizes irreversibly during the manufacturing process, GFRP bars cannot be bent in the field. Any bent shapes need to be formed in the bar in the manufacturing facility (that is, like steel, prior to delivery at the jobsite in most markets). However, because of this process, the bends are exact, which we see as an advantage. The bars are formed around the necessary pins and cured in place, meaning tolerances, shape, and dimensions are exact and consistently uniform. The manufacturing facility serves as mill and fabricator, providing both bent and straight bars for the project. GFRP reinforcing bars are available in the same bend shapes as designers and contractors would be used to using. In some cases, for longer-legged bends, the bar will need to be supplied in two pieces and then lapped in the field. Lap lengths are generally longer than steel bars, but like steel vary based on the design parameters of concrete strength, bar diameter, and so on. Calculations should be made for your specific design.

Q9. *How are recent tariffs affecting the supply chain for GFRP reinforcing bars?*

A9. The price of the component materials of GFRP reinforcement is relatively stable, unlike the price of steel that can vary considerably over time based on scrap prices and demand, seasonal variability, and other market forces. Advances in manufacturing technology have also resulted in efficiencies that have and will continue to lower the unit price for GFRP reinforcing bars. Domestic sources of resin and fibers are available, along with domestic sources of manufacturing.

The Infrastructure Investment and Jobs Act (IIJA) (www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/3684) expanded domestic content rules for federally funded infrastructure to include composites. Composites can either be classified as “manufactured products” or “construction materials,” with agencies having some discretion as to their acceptance criteria and each category having its own classification. Domestic manufacturers are available for projects that require Build America, Buy America (BABA) compliance. Check with your suppliers for their certification.

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. AC454 (24), “Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars for Internal Reinforcement of Concrete Members,” ICC Evaluation Service, LLC, Washington, DC, 2025, 11 pp.
4. 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.
5. “2024 International Building Code (IBC),” International Code Council, Washington, DC, 2024, 753 pp.
6. AASHTO, *LRF Bridge Design Guide Specifications for GFRP-Reinforced Concrete*, second edition, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, DC, 2018, 122 pp.
7. AASHTO, *LRF Guide Specifications for the Design of FRP Pedestrian Bridges*, second edition, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, DC, 2025, 83 pp.
8. CSA S807:19, “Specification for Fibre-Reinforced Polymers,” CSA Group, Toronto, ON, Canada, 2019, 67 pp.
9. CSA S6:25, “Canadian Highway Bridge Design Code,” CSA Group, Toronto, ON, Canada, 2025.
10. CSA S806:12(R2021), “Design and Construction of Building Components with FRP,” CSA Group, Toronto, ON, Canada, 2012, 201 pp.
11. ASTM D2584-18, “Standard Test Method for Ignition Loss of Cured Reinforced Resins,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, 3 pp.
12. ASTM D2160-92, “Standard Test Method for Thermal Stability of Hydraulic Fluids (Withdrawn 1997),” ASTM International, West Conshohocken, PA, 1992, 4 pp.
13. ASTM E1356-08(2014), “Standard Test Method for Assignment of the Glass Transition Temperatures by Differential Scanning Calorimetry (Withdrawn 2023),” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2008, 4 pp.
14. ASTM D570-22, “Standard Test Method for Water Absorption of Plastics,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2022, 4 pp.
15. ASTM D7705/D7705M-12(2019), “Standard Test Method for Alkali Resistance of Fiber Reinforced Polymer (FRP) Matrix Composite Bars used in Concrete Construction,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012, 5 pp.
16. ASTM D7205/D7205M-06, “Standard Test Method for Tensile Properties of Fiber Reinforced Polymer Matrix Composite Bars,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2006, 12 pp.
17. ASTM D7617/D7617M-11(2017), “Standard Test Method for Transverse Shear Strength of Fiber-reinforced Polymer Matrix Composite Bars,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2011, 12 pp.
18. ASTM D7913/D7913M-14(2020), “Standard Test Method for Bond Strength of Fiber-Reinforced Polymer Matrix Composite Bars to Concrete by Pullout Testing” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014, 9 pp.
19. TMS 402/602-22, “Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures,” The Masonry Society, Fort Collins, CO, 2022.
20. ACI Committee 332, “Code Requirements for Residential Concrete and Commentary (ACI CODE-332-20),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 72 pp.
21. ACI/NEx, “MNL-6(23): Recommended Practice Guidelines for FRP Bars in Pre-Engineered Projects,” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2023, 80 pp.
22. ACI Committee 117, “Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials (ACI SPEC-117-10) and Commentary (Reapproved 2015),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2010, 76 pp.
23. ACI Committee 440, “Construction with Glass Fiber-Reinforced Polymer Reinforcing Bars—Specification (ACI SPEC-440.5-22),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2022, 10 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.

Conceptos erróneos de GFRP - Parte 1

Hay muchos materiales de diseño en la caja de herramientas de un ingeniero estructural que debe ser evaluados para las condiciones estructurales y ambientales en consideración - concreto, refuerzo pasivo, pretensado e incluso acero estructural y madera. Como ingenieros, sabemos que ni siquiera el concreto es ideal para todas las estructuras. Por lo tanto, las barras de refuerzo de polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP) no se pueden usar en todas las aplicaciones de concreto reforzado. No debemos temer a la innovación, ya que ampliará las posibilidades, y se están realizando más investigaciones con ese objetivo. También se han realizado muchos avances en aceros especiales recubiertos y sin recubrimiento para el concreto.

En esta serie de artículos de Q&A, intentaremos aclarar algunas preguntas comunes y conceptos erróneos sobre las barras de refuerzo de GFRP. Se comparan con las barras de refuerzo de acero para hacer referencia a algo con lo que el lector a lo mejor esté más familiarizado actualmente.

El apoyo a la serie es gentilmente reconocido por el American Composites Manufacturers Association (ACMA) FRP Rebar Manufacturers Council, y NEx: Un Centro de Excelencia ACI para Materiales de Construcción No Metálicos.

P1. *Las barras de refuerzo de GFRP no están aprobadas para su uso, por lo que será más difícil "experimentar"; ¿Es eso cierto?*

R1. El desarrollo de códigos y estándares basados en el consenso para las barras de GFRP ha estado en marcha durante varias décadas. ASTM International Material specifications ASTM D7957 / D7957M¹ y ASTM D8505 / D8505M² se publican y hacen referencia a los métodos de prueba ASTM para características físicas, mecánicas y de durabilidad. Los diámetros de barra disponibles para

las barras de refuerzo de GFRP utilizan la misma nomenclatura (es decir, N° 3 [9.5 mm], N° 4 [12.7 mm] y más largas) que las barras de refuerzo de acero para indicar el diámetro a 1/8 pulg. (3 mm).

Además, existen informes de evaluación del International Code Council (ICC) para las barras de refuerzo de GFRP disponibles en el mercado. La barra de refuerzo de GFRP cumple o supera los criterios de aceptación ICC-ES AC454³, incluida la resistencia a la adherencia, la resistencia a la tensión y el módulo de elasticidad, entre otros. Esto y el hecho de que Código ACI-440.1R-22⁴ se adoptó en el International Building Code (IBC)⁵ de 2024 significan que los ingenieros pueden diseñar con confianza con concreto reforzado con GFRP dentro de las limitaciones del Código. Todos los códigos establecen límites en el uso de materiales, incluso concretos de mayor resistencia y aceros de refuerzo especiales o de mayor resistencia (más sobre eso en la próxima Parte 2 de este artículo de Q&A).

Desde la perspectiva de puentes y carreteras, existen códigos de diseño de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) para el uso del refuerzo de GFRP en puentes peatonales y vehiculares y se han utilizado en todo el país desde finales de la década de 2000. La AASHTO Load and Resistance Factors Design (LRFD) Bridge Design Guide Specifications for GFRP – Reinforced Concrete, segunda edición, se publicó en 2018⁶ y LRFD Guide Specifications for the Design of FRP Pedestrian Bridges, segunda edición⁷, se publicó este año. La AASHTO Product Evaluation and Audit Services (formerly National Transportation Product Evaluation Program or NTPEP) tienen auditorías de control de calidad y criterios de muestreo de prueba para fabricantes de barras de refuerzo de acero y GFRP. Varios departamentos estatales de transporte también tienen guías de diseño y especificaciones de materiales como referencia.

En Canadá, la especificación de materiales CSA S807⁸ rige la fabricación de barras, mientras que CSA S6: 25⁹ y CSA S806¹⁰ son los códigos y estándares de diseño para puentes de carreteras y edificios, respectivamente. Las especificaciones también existen en otros países del mundo, pero no se describen en este documento.

P2. *¿Cuáles son las pruebas físicas, mecánicas y de durabilidad que deben cumplir las barras de refuerzo de GFRP?*

Tabla 1:
Métodos de prueba y requisitos para barras de GFRP

Propiedad	Método de prueba	Límites
Contenido de fibra	ASTM D2584 ¹¹	≥ 70%
Grado de curado	ASTM D2160 ¹²	≥ 95%
Temperatura de transición vítrea	ASTM E1356 ¹³	≥ 100°C ≥ 212°F
Absorción de agua	ASTM D570 ¹⁴	≤ 0.25 % en 24 horas a 50 °C (122 °F)
Resistencia al ambiente alcalino	ASTM D7705/D7705M ¹⁵	≥ 80% de la fuerza de tracción última media inicial después de 90 días a 60 °C (140 °F)
Máxima resistencia a la tracción	ASTM D7205/D7205M ¹⁶	Varía, reportado como una fuerza por diámetro de barra
Módulo de elasticidad de tracción	ASTM D7205/D7205M	≥ 44,800 MPa ≥ 6,500,000 psi
Deformación máxima por tracción	ASTM D7205/D7205M	≥ 1.10%
Resistencia al corte transversal	ASTM D7617/D7617M ¹⁷	≥ 131 MPa ≥ 19,000 psi
Resistencia de Adherencia	ASTM D7913/D7913M ¹⁸	≥ 7.6 MPa ≥ 1100 psi

R2. ASTM D7957/D7957M contiene referencias a métodos de prueba estándar y requisitos mínimos para varias propiedades. La Tabla 1 proporciona una lista detallada de los métodos de prueba y los resultados requeridos. Esta especificación de materiales habla de los esfuerzos de la industria de los compuestos para garantizar la calidad y la mejora continua con respecto a las generaciones anteriores de barras de refuerzo de GFRP, es decir, en el rendimiento del material tanto en el momento de la producción como después de la exposición ambiental para demostrar su durabilidad.

P3. Sin embargo, GFRP no tiene ningún código / estándar residencial, ¿verdad?

R3. The Masonry Society (TMS) publicó TMS 402/602: Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures¹⁹, que describe las disposiciones para el refuerzo de GFRP para elementos de mampostería en el Apéndice D. Además, los documentos de ACI se pueden utilizar para el diseño de concreto residencial. Las barras de refuerzo de GFRP se pueden usar en concreto residencial, incluidas zapatas y muros de cimentación, según lo prescrito en Código ACI-332-20²⁰ utilizando la metodología de diseño Código ACI-440.11-22. Código ACI-332 se publicará en 2026

e incluirá barras de GFRP como material de refuerzo aceptado.

Las tablas prescriptivas sugeridas se encuentran en MNL-6 (23): Pautas de práctica recomendadas para barras de FRP en proyectos prediseñados²¹. Estas pautas utilizan las propiedades mínimas de los materiales ASTM D7957 / D7957M para el diseño para tablas de diseño prescriptivas detalladas para trabajos residenciales de acuerdo con Código ACI-440.11-22 para losas en el suelo y cimientos. Consulte con su fabricante de GFRP para obtener tablas de diseño prescriptivas para eliminar la revisión de ingeniería y los cálculos de condiciones dentro de los parámetros permitidos.

P4. ¿Qué filosofía de diseño para la flexión, por ejemplo, recomienda Código ACI-440.11-22?

R4. Código ACI-440.11-22 permite que la sección de concreto armado se refuerce en exceso, con un modo de falla de aplastamiento del concreto, o subreforzado, con un modo de falla de rotura de refuerzo. Los procedimientos de diseño de ACI para ambos modos de falla utilizan factores de seguridad apropiados para garantizar la seguridad y confiabilidad estructural de por vida como con otros códigos de ingeniería reconocidos. Cualquiera de los métodos utiliza el análisis clásico de bloques de tensión de Whitney y suposiciones. Debido al



Rejilla de GFRP atada (foto de cortesía de Mateenbar Composite Reinforcements)



Colocación de concreto con barras de refuerzo de GFRP (foto de cortesía de Mateenbar Composite Reinforcements)

módulo elástico más bajo (aproximadamente una cuarta parte del del acero) y al comportamiento lineal-elástico a la falla, la capacidad de servicio a menudo controla los diseños, que exploraremos más a lo largo de esta serie de artículos.

P5. *¿En qué se diferencian las pruebas de adherencia para las barras de refuerzo GFRD y de acero?*

R5. Las pruebas de adherencia para barras de GFRD se realizan de acuerdo con el método de prueba de extracción definido en ASTM D7913 / D7913M.¹⁸ Los fabricantes informan de los resultados obtenidos al realizar esta prueba para garantizar la calidad y el cumplimiento de las especificaciones del material. Aunque el método de prueba de extracción no es necesariamente representativo del comportamiento real de una barra, incrustado en una viga de concreto, es sin embargo una forma rápida y eficaz de describir la eficiencia del perfil de la superficie que aún no está estandarizado.

P6. *El GFRP no se corroe, pero ¿cuáles son los mecanismos de degradación que funcionan con el tiempo?*

R6. Debido a que el GFRP no es ferroso, nunca se corroerá ni causará la expansión de los subproductos del óxido y posterior desprendimiento del concreto con los que estamos familiarizados. La naturaleza compuesta del material hace que las fibras sirvan como resistencia a la tracción de la barra y la resina sirva como agente aglutinante que impregna y encapsula las fibras. Los métodos de prueba de ASTM International descritos anteriormente (absorción de agua, resistividad alcalina y grado de curado) se desarrollaron para establecer límites de umbral para garantizar el rendimiento a largo plazo. Se han realizado pruebas de propiedades físicas de las barras en varios puentes in situ y muestran una degradación muy nominal con el tiempo. Esta sigue siendo un área de investigación para la industria

de los compuestos. En cualquier caso, Código ACI-440.11-22, de manera similar a otros códigos, introduce un coeficiente de reducción, CE, que tiene en cuenta los efectos ambientales para garantizar una vida útil de más de 100 años.

P7. *¿Qué consideraciones pueden ser diferentes durante la construcción y la colocación del concreto?*

R7. Las tolerancias de construcción generalmente se especifican de acuerdo con ACI SPEC-117-10(15)²², lo que las hace iguales que para el acero barras de refuerzo. El peso más liviano hace que las barras de refuerzo de GFRP sean más fáciles de manejar y puede reducir las demandas de los equipos de trabajo y el equipo. Son más fáciles de cortar, solo requieren una pequeña sierra de mano y la colocación y el atado siguen con los mismos soportes de barra y amarres que el acero. Dependiendo de los planos de colocación, es posible que las barras de GFRP deban atarse o apoyarse un poco más a menudo en función de su peso más liviano (es decir, las barras pueden exhibir una tendencia a flotar en el concreto recién colocado) y la flexibilidad (es decir, las barras más largas tenderán a desviarse más bajo su propio peso, lo que hace que los soportes sean más críticos para un recubrimiento determinado). Estos detalles están cubiertos por ACI SPEC-440.5-22: Construction with Glass Fiber – Reinforced Polymer Reinforcing Bars – Specification²³.



Proyecto de muelle en malecón de Charleston, Carolina del Sur, EE. UU. (foto cortesía de Mateenbar Composite Reinforcements)

P8. *¿Se pueden doblar las barras de GFRP?*

R8. Debido a que la resina termoestable (es decir, el éster vinílico según lo exige la especificación ASTM International) utilizada en las barras polimerizan irreversiblemente durante el proceso de fabricación, las barras de GFRP no se pueden doblar en el campo. Cualquier doblez debe realizarse en planta (es decir, como el acero, antes de la entrega en el lugar de trabajo en la mayoría de los mercados). Sin embargo, debido a este proceso, las curvas son exactas, lo que vemos como una ventaja. Las barras se forman alrededor de los pasadores necesarios y se curan en su lugar, lo que significa que las tolerancias, la forma y las dimensiones son exactas y consistentemente uniformes. La planta de fabricación sirve como molino y fabricante, proporcionando barras dobladas y rectas para el proyecto. Las barras de refuerzo de GFRP están disponibles en las mismas formas de curvatura que los diseñadores y contratistas estarían acostumbrados a usar. En algunos casos, para curvas de en L largas, la barra deberá suministrarse en dos piezas y luego superponerse en el campo. Las longitudes de traslape son generalmente más largas que las barras de acero, pero al igual que el acero varían según los parámetros de diseño de resistencia del concreto, diámetro de la barra, etc. Los cálculos deben hacerse para su diseño específico.

P9. *¿Cómo afectan los aranceles recientes a la cadena de suministro de barras de refuerzo de GFRP?*

R9. El precio de los materiales componentes del refuerzo de GFRP es relativamente estable, a diferencia del precio del acero que puede variar considerablemente a lo largo del tiempo en función de los precios de la chatarra y la demanda, la variabilidad estacional y otras fuerzas del mercado. Los avances en la tecnología de fabricación también han dado como resultado eficiencias que han reducido y continuarán reduciendo el precio unitario de las barras de refuerzo de GFRP. Se encuentran disponibles fuentes nacionales de resina y fibras, junto con fuentes nacionales de fabricación.

La Infrastructure Investment and Jobs Act (IIJA) (www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/3684) amplió las reglas de contenido nacional para la infraestructura financiada con

fondos federales para incluir materiales compuestos como el GFRP. Los materiales compuestos pueden clasificarse como “productos manufacturados” o “materiales de construcción”, y las agencias tienen cierta discreción en cuanto a sus criterios de aceptación y cada categoría tiene su propia clasificación. Los fabricantes nacionales están disponibles para proyectos que requieren el cumplimiento de Build America, Buy America (BABA). Consulte con sus proveedores para obtener su certificación.

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. AC454 (24), “Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars for Internal Reinforcement of Concrete Members,” ICC Evaluation Service, LLC, Washington, DC, 2025, 11 pp.
4. 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.
5. “2024 International Building Code (IBC),” International Code Council, Washington, DC, 2024, 753 pp.
6. AASHTO, LRFD Bridge Design Guide Specifications for GFRP-Reinforced Concrete, second edition, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, DC, 2018, 122 pp.
7. AASHTO, LRFD Guide Specifications for the Design of FRP Pedestrian Bridges, second edition, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, DC, 2025, 83 pp.
8. CSA S807:19, “Specification for Fibre-Reinforced Polymers,” CSA Group, Toronto, ON, Canada, 2019, 67 pp.
9. CSA S6:25, “Canadian Highway Bridge Design Code,” CSA Group, Toronto, ON, Canada, 2025.
10. CSA S806:12(R2021), “Design and Construction of Building Components with FRP,” CSA Group, Toronto, ON, Canada, 2012, 201 pp.
11. ASTM D2584-18, “Standard Test Method for Ignition Loss of Cured Reinforced Resins,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, 3 pp.
12. ASTM D2160-92, “Standard Test Method for Thermal Stability of Hydraulic Fluids (Withdrawn 1997),” ASTM International, West Conshohocken, PA, 1992, 4 pp.

13. ASTM E1356-08(2014), "Standard Test Method for Assignment of the Glass Transition Temperatures by Differential Scanning Calorimetry (Withdrawn 2023)," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2008, 4 pp.
14. ASTM D570-22, "Standard Test Method for Water Absorption of Plastics," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2022, 4 pp.
15. ASTM D7705/D7705M-12(2019), "Standard Test Method for Alkali Resistance of Fiber Reinforced Polymer (FRP) Matrix Composite Bars used in Concrete Construction," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012, 5 pp.
16. ASTM D7205/D7205M-06, "Standard Test Method for Tensile Properties of Fiber Reinforced Polymer Matrix Composite Bars," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2006, 12 pp.
17. ASTM D7617/D7617M-11(2017), "Standard Test Method for Transverse Shear Strength of Fiber-reinforced Polymer Matrix Composite Bars," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2011, 12 pp.
18. ASTM D7913/D7913M-14(2020), "Standard Test Method for Bond Strength of Fiber-Reinforced Polymer Matrix Composite Bars to Concrete by Pullout Testing" ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014, 9 pp.
19. TMS 402/602-22, "Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures," The Masonry Society, Fort Collins, CO, 2022.
20. ACI Committee 332, "Code Requirements for Residential Concrete and Commentary (ACI CODE-332-20)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 72 pp.
21. ACI/NEx, "MNL-6(23): Recommended Practice Guidelines for FRP Bars in Pre-Engineered Projects," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2023, 80 pp.
22. ACI Committee 117, "Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials (ACI SPEC-117-10) and Commentary (Reapproved 2015)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2010, 76 pp.
23. ACI Committee 440, "Construction with Glass Fiber-Reinforced Polymer Reinforcing Bars—Specification (ACI SPEC-440.5-22)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2022, 10 pp.

Gracias a Danielle Kleinhans, FACI, Director de Ingeniería y Desarrollo de Negocio, Mateenbar Composite, Mateenbar Composite Reinforcements, LLC, Charlotte, NC, EE.UU, por responder estas preguntas.

Las preguntas de esta columna fueron formuladas por usuarios de los documentos del ACI y han sido respondidas por el personal del ACI o por un miembro o miembros de los comités técnicos del ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de un comité del ACI. Los comentarios deben enviarse a keith.tosolt@concrete.org.

Título original en inglés:
**Concrete Q&A.
GFRP Misconceptions—Part 1**

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo Perú**



Traductora:
**Est. Maricielo
Fernanda
Rodríguez Moreno**



Revisor Técnico:
**Ing. Cristopher
Joseph Nuñez
Varillas**