

**EVALUACIÓN DEL NYLON POSTENSADO COMO ALTERNATIVA  
NO CONVENCIONAL EN VIGAS DE CONCRETO ESTRUCTURAL  
(Resumen Analítico)**

***EVALUATION OF POST TENSIONED NYLON AS AN ALTERNATIVE  
UNCONVENTIONAL IN STRUCTURAL CONCRETE BEAMS  
(Analytical Summary)***

**Autores (*Authors*):** ACOSTA REGALADO Luis Sebastián; BETANCOURTH DIAZ Steeven Alexander; CHAMORRO GALARZA Britany Estenidan; MUÑOZ CORONEL Gustavo Adolfo.

**Facultad (*Faculty*):** Facultad de Ingeniería

**Programa (*Program*):** Ingeniería

**Asesor (*Adviser*):** Mg. BIANCA MARCELA MIRANDA PORTILLA

**EFecha de terminación del estudio (*End of the research*):** noviembre de 2023

**Modalidad de Investigación (*Kind of research*):** Trabajo de Grado

**PALABRAS CLAVE**

INVESTIGACIÓN  
FLEXIÓN  
VIGAS  
CONCRETO REFORZADO  
TORONES DE NYLON  
PRESFUERZO  
RESISTENCIA A TRACCIÓN  
VARILLAS DE REFUERZO  
METODOLOGÍA  
NORMATIVAS

**KEY WORDS**

*Research*  
*Flexure*  
*Beams*  
*Reinforced concrete*  
*Nylon strands*  
*Pre-stressing*  
*Tensile strength*  
*Reinforcement bars*  
*Methodology*  
*Regulations/Standards*

**RESUMEN:** En el desarrollo de la investigación, se tiene en cuenta de manera principal el objetivo general que es evaluar el comportamiento a flexión en vigas de

concreto reforzado con torones fabricados con nylon utilizando el principio de presfuerzo. Para lograr este objetivo, se han establecido los siguientes objetivos específicos: determinar la resistencia a tracción del nylon trenzado en torones, evaluar el comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzado convencional y reforzado con nylon y comparar resultados de la resistencia a flexión de vigas entre concreto reforzado con varillas de refuerzo convencional y concreto reforzado con torones de nylon.

La metodología empleada para alcanzar estos objetivos se basa en la aplicación de normativas específicas que permiten alcanzar cada uno de los objetivos planteados. El proceso metodológico consiste en seguir pasos que permitan abordar cada objetivo de manera sistemática y ordenada. A través de la aplicación de esta metodología, se busca validar la siguiente hipótesis: “la incorporación de torones de nylon como refuerzo en vigas de concreto reforzado utilizando el principio de presfuerzo permitirá obtener un comportamiento a flexión comparable o incluso superior al obtenido con el refuerzo convencional de varillas de acero y se espera que el uso de torones de nylon pueda presentar ventajas en términos de resistencia a la tracción y potencialmente reducir los costos de construcción”.

La investigación se apoya en la recopilación de datos a través de pruebas de laboratorio y el análisis de resultados obtenidos. Al final de este proceso, se busca ofrecer conclusiones y recomendaciones respaldadas por evidencia empírica que contribuyan al avance del conocimiento en el campo de la ingeniería estructural y al uso de materiales alternativos en la construcción de estructuras de concreto reforzado.

Sin embargo, los resultados de la investigación indican que la hipótesis planteada inicialmente es falsa. Aunque, la configuración propuesta de los torones de nylon no logró demostrar una resistencia superior a las barras de acero en términos de refuerzo en vigas de concreto reforzado, se encontraron ventajas en cuanto a los costos de materiales. A pesar de la menor resistencia a flexión en las vigas reforzadas los torones de nylon, en comparación con el refuerzo convencional, los costos asociados a la implementación de materiales de este tipo de refuerzo son más económicos, es decir, el nylon a comparación con las barras de acero es más económico, sin embargo, hay que tener en cuenta las recomendaciones de cambiar el diámetro del torón y su configuración para así llegar a una resistencia mínima de diseño, mientras que el precio de la mezcla sigue siendo el mismo.

Los resultados obtenidos respaldan la importancia de considerar una evaluación integral al elegir el tipo de refuerzo a utilizar en proyectos de construcción. Aunque los torones de nylon no superaron las propiedades mecánicas de las barras de acero en términos de resistencia y comportamiento a flexión, el hecho de que la opción de nylon resulte más económica en términos de costos de construcción puede llevar a considerarla en ciertos contextos.

En resumen, la investigación demostró que, si bien los torones de nylon no superan las propiedades mecánicas de las barras de acero en cuanto a resistencia y comportamiento a flexión en vigas de concreto reforzado, la construcción de estructuras temporales, como andamios o plataformas de trabajo provisional que sean fáciles de desarmar y destruir, aplicación en decoración y/o estética sea posible. Estos resultados contribuyen al entendimiento de las posibilidades y limitaciones de los materiales de refuerzo en la ingeniería estructural y proporcionan información valiosa para la toma de decisiones en proyectos de construcción.

**ABSTRACT:** *In the development of the research, the main objective of this study is to evaluate the bending behavior of reinforced concrete beams with strands fabricated with strand which is to evaluate the flexural behavior of concrete beams reinforced with nylon strands using the principle of prestressing. using the pre-strengthening principle. In order to achieve this objective, the following specific objectives have been established following specific objectives have been established: determine the tensile strength of nylon braided into strands, to evaluate the flexural behavior of conventional and nylon reinforced concrete beams reinforced concrete beams y to compare results of the flexural strength of beams between concrete reinforced with conventional reinforcing rods and concrete reinforced with nylon reinforcing rods and concrete reinforced with nylon strands.*

*The methodology used to achieve these objectives is based on the application of specific standards that allow achieving each of the specific regulations that allow to achieve each of the objectives. The methodological process consists of following steps that allow each objective to be approached in a systematic and orderly manner. A through the application of this methodology, we seek to validate the following hypothesis: "the incorporation of nylon strands as reinforcement in reinforced concrete beams using the principle of prestressing will allow obtaining a flexural behavior comparable or even superior to that obtained with to that obtained with conventional steel rod reinforcement, and it is expected that the use of nylon strands may present advantages in the nylon strands may have advantages in terms of tensile strength and potentially reduce construction costs. potentially reduce construction costs".*

*The research is supported by data collection through laboratory tests and analysis of the results obtained analysis of the results obtained. At the end of this process, it seeks to offer conclusions and supported by empirical evidence that contribute to the advancement of knowledge in the field of structural engineering and in the field of structural engineering and the use of alternative materials in the construction of reinforced concrete structures reinforced concrete structures.*

*However, the results of the research indicate that the hypothesis initially proposed is false is false. Although, the proposed configuration of nylon strands failed to demonstrate a superior strength to steel bars in terms of reinforcement in reinforced concrete beams, the results of the research indicate that the hypothesis is false*

*superior to steel bars in terms of reinforcement in reinforced concrete beams, advantages were found in terms of material costs. Despite the lower flexural strength. In spite of the lower flexural strength of nylon strands in reinforced beams compared to conventional reinforcement, the costs associated with the implementation of this type of reinforcement materials are more economical, i.e., nylon to nylon strand is more cost effective.*

*That is, nylon is more economical than steel bars, however, it is necessary to take into account the costs associated with the However, it is necessary to take into account the recommendations to change the diameter of the strand and its configuration in order to reach a minimum configuration in order to reach a minimum design strength, while the price of the mix remains the same the price of the mix remains the same.*

*The results obtained support the importance of considering an integral evaluation when choosing the type of reinforcement to be used in the design of a concrete structure the type of reinforcement to be used in construction projects. Although the nylon strands did not mechanical properties of rebars in terms of strength and flexural behavior, the fact that nylon strands flexural performance, the fact that the nylon option is more economical in terms of construction costs may lead to consider may lead to its consideration in certain contexts.*

*In summary, the research showed that, while nylon strands do not outperform the mechanical properties of steel bars, the fact that nylon is a more economical option in terms of construction costs may lead to its consideration in certain contexts mechanical properties of steel bars in terms of strength and flexural behavior in reinforced concrete beams, nylon strand in reinforced concrete beams, the construction of temporary structures, such as scaffolding or temporary working temporary work platforms that are easy to dismantle and destroy, decorative and/or aesthetic applications are and/or aesthetics is possible. These results contribute to the understanding of the possibilities and limitations of reinforcing materials in structural engineering and provide valuable information for decision valuable information for decision making in construction projects.*

**CONCLUSIONES:** de acuerdo con los resultados obtenidos y su análisis, se puede observar que el nylon no puede igualar o superar las propiedades mecánicas. Si bien los torones de nylon no lograron superar las propiedades mecánicas de las barras de acero en términos de resistencia y comportamiento ante la flexión. Para lograr una mayor resistencia en las estructuras, se podrían explorar enfoques, como el aumento del diámetro de los hilos de nylon o la modificación de la configuración de los torones. De esta manera, se abrirían posibilidades para mejorar las propiedades mecánicas de los torones de nylon.

Este estudio permitió encontrar una característica de un nuevo material en las vigas de concreto, contribuyendo así al avance de alternativas de refuerzo, ya que, a

través de este estudio, se logró obtener un módulo de elasticidad para el nylon el cual fue de 53,92 MPa, con un valor máximo a tracción de 772 N y un recorrido de 35 mm, lo que proporciona información valiosa para futuras investigaciones en este campo.

A pesar de los desafíos que se enfrentó durante la investigación, logramos completar nuestro objetivo general, pese a no encontrar antecedentes en los artículos en Inglés y Español buscados sobre el tema en específico, sobre torones de nylon utilizados como refuerzo estructural en vigas de concreto, si se encontraron de los materiales utilizados para la investigación, aunque no aportaron gran conocimiento, porque lo que se necesitaba era demostrar y desarrollar un nuevo método de refuerzo para vigas de concreto.

Además, se logró superar las limitaciones de maquinaria, puesto la universidad no cuenta con máquinas especiales para el proceso de la investigación y era un problema que no dejaba avanzar, y se realizó la fabricación de una máquina implementando un gato hidráulico de ensayo de placa, para medir la tensión de los cable por medio de un manómetro para completar el método de postensado, en base a esta acción, se nota el esfuerzo adicional que subraya nuestra determinación y compromiso en avanzar en la investigación de estos materiales y sus aplicaciones en la construcción, al mismo tiempo, estos resultados destacan la importancia de seguir explorando y mejorando los materiales y técnicas de refuerzo en la ingeniería. Sin embargo, la hipótesis inicial planteada resultó ser incorrecta, ya que el nylon es un material muy dúctil y sensible, contrario a las varillas reforzadas, el conocimiento adquirido sigue siendo valioso, debido a que contribuye al avance del conocimiento de los materiales y sus aplicaciones en la construcción, demostrando la importancia de la innovación y la adaptación en este campo en constante evolución.

Dado que se ha realizado una comparación en términos de resistencia a la flexión para comparar ambos métodos, los resultados indican que el concreto reforzado con varillas de acero convencionales es mucho mayor y se plantea la posibilidad de considerar una combinación de ambos métodos, esta estrategia podría permitir alcanzar una resistencia óptima y un equilibrio en desempeño. Cada método tiene sus ventajas y desventajas, y es esencial evaluar cuidadosamente cuál es la más adecuada en función de las necesidades. Además, se debe tener en cuenta que combinar ambos métodos podría ofrecer una solución que aproveche la resistencia de las varillas de acero convencionales y la ductilidad de los torones de nylon. En última instancia, la decisión debería ser el resultado de un equilibrio integral entre estos factores, teniendo en cuenta tanto la resistencia a la flexión como los aspectos económicos, técnicos, constructivos y ambientales.

**CONCLUSIONS:** *according to the results obtained and their analysis, it can be observed that nylon cannot match or exceed the mechanical properties. Although nylon strands failed to surpass the mechanical properties of steel bars in terms of resistance and bending behavior. To achieve greater strength in structures,*

*approaches could be explored, such as increasing the diameter of nylon yarns or modifying the configuration of the strands. In this way, possibilities would open up to improve the mechanical properties of nylon strands.*

*This study made it possible to find a characteristic of a new material in concrete beams, thus contributing to the advancement of reinforcement alternatives, since, through this study, it was possible to obtain an elastic modulus for nylon which was 53.92 MPa, with a maximum tensile value of 772 N and a stroke of 35 mm, which provides valuable information for future research in this field.*

*Despite the challenges faced during the research, we managed to complete our general objective, despite not finding antecedents in the articles in English and Spanish searched on the specific topic, on nylon strands used as structural reinforcement in concrete beams, Yes, they were found from the materials used for the research, although they did not provide much knowledge, because what was needed was to demonstrate and develop a new reinforcement method for concrete beams.*

*In addition, it was possible to overcome the limitations of machinery, since the university does not have special machines for the research process and it was a problem that did not allow progress, and the manufacture of a machine was carried out implementing a hydraulic plate testing jack, to measure the tension of the cables by means of a manometer to complete the post-tensioning method, based on this action, the additional effort is noted that underlines our determination and commitment to advance the research of these materials and their applications in construction. At the same time, these results highlight the importance of continuing to explore and improve reinforcement materials and techniques in engineering. However, the initial hypothesis raised turned out to be incorrect, since nylon is a very ductile and sensitive material, contrary to reinforced rods, the knowledge acquired is still valuable, because it contributes to the advancement of knowledge of materials and their applications. in construction, demonstrating the importance of innovation and adaptation in this constantly evolving field.*

*Since a comparison has been made in terms of flexural strength to compare both methods, the results indicate that concrete reinforced with conventional steel rods is much higher and the possibility of considering a combination of both methods is raised, this strategy could allow achieving optimal resistance and balance in performance. Each method has its advantages and disadvantages, and it is essential to carefully evaluate which is most appropriate based on your needs. Furthermore, it should be taken into account that combining both methods could offer a solution that takes advantage of the strength of conventional steel rods and the ductility of nylon strands. Ultimately, the decision should be the result of a comprehensive balance between these factors, taking into account both flexural strength and economic, technical, construction and environmental aspects.*

**RECOMENDACIONES:** al concluir la investigación, es posible proporcionar recomendaciones considerando la mejora potencial en la resistencia a la flexión de las vigas de concreto. Ya que, es esencial evaluar la estructura a lo largo de su vida útil, teniendo en cuenta el mantenimiento, reparaciones, durabilidad y resistencia mecánica a medida que la estructura envejezca. Esta evaluación holística proporciona una perspectiva completa de la viabilidad económica de las dos opciones de refuerzo.

Hacer un análisis de eficiencia en los especímenes, es decir cambiar la configuración de nylon y cantidad de hilos, así como la cantidad de torones presentes en los especímenes de concreto, así mismo, si lo anterior aumenta o disminuye hacer un Análisis de Precio Unitario (APU).

En cuanto a recomendaciones mecánicas, hay realizar ensayos de laboratorio más detallados para entender en qué punto exacto las vigas reforzadas con torones de nylon a las cuales se les haya cambiado la configuración o cantidad, comienzan a fallar en comparación con las vigas reforzadas con varillas de acero. Esto proporcionará información valiosa sobre las limitaciones de carga y la resistencia estructural, así como costos. Teniendo en cuenta que los objetivos específicos y ensayos a realizar deben ser como mínimo los presentes en esta investigación. Por otra parte, crear simulaciones computacionales utilizando herramientas de simulación por software para modelar y predecir el comportamiento estructural de ambas configuraciones en diferentes escenarios de carga y condiciones ambientales, esto puede ayudar a identificar patrones de comportamiento y evaluar la respuesta de la estructura ante diferentes situaciones, así como conocer el comportamiento de la estructura a corto y largo plazo. Lo anterior con el fin de realizar análisis de deformación entre las dos configuraciones de refuerzo y conocer los desplazamientos de la estructura en condiciones de carga. Esto es crucial para comprender si hay alguna diferencia significativa en la capacidad de la estructura para mantener su integridad y forma bajo carga.

Para finalizar tener en cuenta las ventajas de los torones de nylon son especialmente relevantes en ciertos tipos de proyectos o situaciones específicas. Por ejemplo, podrían ser más adecuadas en estructuras de menor escala o en regiones con limitaciones presupuestarias y si no lo es evaluarlas con las varillas de refuerzo convencional.

***RECOMMENDATIONS:*** *Upon concluding the investigation, it is possible to provide recommendations considering the potential enhancement in the flexural strength of concrete beams. Essential in this evaluation is the consideration of the structure over its lifecycle, encompassing maintenance, repairs, durability, and mechanical strength as the structure ages. This holistic assessment provides a comprehensive view of the economic viability of both reinforcement options.*

*Conducting an efficiency analysis on specimens involves altering the nylon configuration, thread quantity, and the number of strands in concrete specimens. Assessing whether these changes increase or decrease, alongside conducting a Unit Price Analysis (UPA), is imperative.*

*Regarding mechanical recommendations, detailed laboratory tests are necessary to pinpoint the precise point at which concrete beams reinforced with nylon strands, following configuration or quantity changes, begin to fail in comparison to steel bar-reinforced beams. This will offer valuable insights into load limitations, structural resistance, and associated costs. Notably, the specific objectives and tests to be conducted should at least match those present in this investigation.*

*Moreover, creating computational simulations using software simulation tools to model and forecast the structural behavior of both configurations under varying loading scenarios and environmental conditions is recommended. This can help identify behavioral patterns and assess the structure's response to different situations, evaluating short- and long-term structural behavior. This aims to conduct deformation analysis between the two reinforcement configurations and understand structure displacements under load conditions. This is crucial for understanding any significant differences in the structure's ability to maintain its integrity and form under load.*

*Finally, it's essential to consider the advantages of nylon strands, especially their relevance in specific project types or situations. For instance, they might be more suitable for smaller-scale structures or regions with budget constraints. If not, a comparative evaluation against conventional reinforcement bars should be conducted.*