

CONCRETE SETTING IN COLD JOINTS AND ITS IMPACT ON THE FLEXURAL STRENGTH OF STRUCTURAL BEAMS

FRAGUADO DEL CONCRETO EN JUNTAS FRÍAS Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DE VIGAS ESTRUCTURALES

Ruth Felicita, Villar Paucar¹; Luis Villar, Requis Carbajal²; Yalin, Manchay Rivera³

Recibido: 16/12/2025; Evaluado: 25/03/2026; Aprobado: 16/04/2026

DOI: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica272.5>

ABSTRACT

This study examines the impact of concrete setting time in cold joints on the flexural strength of structural beams. The methodology employed was a hypothetical-deductive scientific method, using an explanatory and correlational approach. A quasi-experimental design was used with concrete beams distributed into a control group and four experimental groups, for a total of 45 samples, under a 2² factorial design. The results revealed that controlled interruptions of up to 30 minutes during setting significantly improve structural strength, while prolonged interruptions of up to 60 minutes deteriorate the bond and reduce strength. Furthermore, the type of joint and the duration of the interruption were determining factors in the concrete's behavior. These findings highlight the need for rigorous control of joint timing and types in construction to optimize the durability and safety of structures, providing valuable technical criteria for sustainable civil engineering.

Keywords: *concrete setting; structural strength; flexural strength; cold joints*

RESUMEN

El estudio examina el impacto del tiempo de fraguado del concreto en juntas frías sobre la resistencia a flexión de vigas estructurales. Metodología aplicada, con método científico hipotético-deductivo, mediante un enfoque explicativo y correlacional. Se empleó un diseño cuasiexperimental en vigas de concreto distribuidas en un grupo control y cuatro grupos experimentales haciendo un total de 45 muestras, bajo un diseño factorial 2². Los resultados revelaron que interrupciones controladas de hasta 30 minutos durante el fraguado mejoran significativamente la resistencia estructural, mientras que tiempos prolongados de 60 minutos deterioran la unión y reducen la resistencia. Además, el tipo de junta y la duración de la interrupción fueron factores determinantes en el comportamiento del concreto. Estos hallazgos resaltan la necesidad de controlar rigurosamente los tiempos y tipos de juntas en la construcción para optimizar la durabilidad y seguridad de las estructuras, aportando criterios técnicos valiosos para la ingeniería civil sostenible.

Palabras clave: *fraguado del concreto; resistencia estructural; resistencia a flexión; juntas frías*

¹Ruth Felicita, Villar Paucar. Ingeniera civil. Universidad Cesar Vallejo (ROR:0297axj39). Lima, Perú. Correo: rvillarp@ucvvirtual.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3250-0910>

²Luis Villar, Requis Carbajal. Doctor en ingeniería civil. Universidad César Vallejo (ROR:0297axj39). Lima, Perú. Correo: lrequis@ucv.edu.pe. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3816-7047>

³Yalin, Manchay Rivera. Ingeniero civil. Universidad César Vallejo (ROR:0297axj39). Lima, Perú. Correo: mmanchayri@ucvvirtual.edu.pe. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5922-8067>

1. INTRODUCCIÓN

La presencia de juntas frías en estructuras de concreto representa un desafío crítico para garantizar la integridad y durabilidad del material, al generar discontinuidades con menor adhesión entre capas y mayor susceptibilidad al deterioro. Este problema es frecuente en grandes infraestructuras, donde las interrupciones en el proceso de vertido afectan la continuidad estructural, incrementando los riesgos, especialmente en regiones con actividad sísmica. A nivel nacional y local en Lima, Perú, el retraso en los materiales y las presiones en los tiempos de ejecución agravan este problema, a pesar de las normativas existentes. El manejo adecuado del fraguado en juntas frías es esencial para optimizar la capacidad resistente y prevenir fallas estructurales.

En línea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 [1], esta investigación aborda la influencia del fraguado en la resistencia a la flexión de vigas estructurales en Lima, considerando el tiempo de fraguado y el tipo de junta fría como variables clave. Se plantea como problema central determinar cómo influye el fraguado del concreto en la resistencia a flexión de vigas con juntas frías. Para ello, se plantean objetivos específicos que analizan la incidencia del tiempo de fraguado en diferentes tipos de juntas y su interacción, sustentados en fundamentos teóricos sobre adherencia, resistencia a flexión y dinámica del fraguado.

2. DESARROLLO

2.1. Antecedentes

Diversos estudios internacionales han explorado el impacto de las juntas frías en la resistencia y el comportamiento estructural del concreto [2], los investigadores demostraron que las juntas frías reducen la resistencia a la compresión y a la flexión en concreto convencional y superplastificante, mientras que el concreto con fibras presenta mejor desempeño frente a estas discontinuidades.

Las juntas frías disminuyen significativamente la resistencia a la compresión y a la tracción, y que la aplicación de lechada y aditivos mejora

la adherencia en juntas verticales, pero no en horizontales [2, 3]. Por su parte, en diversas investigaciones justificaron que los tratamientos superficiales y las configuraciones específicas de las juntas influyen directamente en el comportamiento a la flexión y la propagación de grietas en concreto ultrarresistente reforzado con fibras [3, 4].

Por otro lado, se resalta la importancia de la preparación de la superficie para aumentar la adherencia y la ductilidad en las interfaces de juntas [4, 5, 6]. En el ámbito nacional, investigaciones recientes confirman la afectación que tienen las juntas frías en la pérdida de resistencia estructural. Inclusive, se reporta mayores pérdidas en juntas diagonales en comparación con las horizontales, en contraposición otros autores patentizaron mejoras de hasta un 35% en la resistencia mediante el uso de aditivos epóxicos en las juntas [7, 8].

También se documentaron incrementos en la resistencia con tratamientos adecuados y reducciones importantes de la resistencia cuando las juntas no están bien manejadas [9, 10]. Por otro lado, se destaca la importancia del tiempo óptimo para la formación de juntas, y que el efecto de los aditivos depende de las condiciones específicas del fraguado y del tipo de junta. Estos estudios representan la relevancia de optimizar el manejo de juntas frías para asegurar la durabilidad y seguridad en estructuras de concreto, respaldando la necesidad y pertinencia del presente trabajo de investigación. [11, 12].

2.2. Contenido Teórico

La presencia de juntas frías en estructuras de concreto constituye un desafío significativo para garantizar la integridad y durabilidad del material. Estas discontinuidades se originan cuando hay un intervalo prolongado entre dos vertidos de concreto, causando una falta de adhesión monolítica entre las capas y afectando negativamente la resistencia estructural [13]. Son generadas por interrupciones en el proceso de vertido derivadas de condiciones climáticas, problemas logísticos o planificación

inadecuada, lo que controla el tiempo de fraguado y condiciona la calidad de la unión.

Las juntas frías pueden provocar una reducción de la capacidad resistente a esfuerzos de compresión y tracción, además de facilitar la filtración de agentes agresivos que deterioran el concreto y provocan corrosión en el acero de refuerzo, aumentando el riesgo de fallas estructurales. Para mitigar estos efectos, es esencial la preparación adecuada de la superficie, utilizando limpieza, aditivos epóxicos o lechadas, y planificando vertidos continuos con mínima interrupción [14].

Existen distintos tipos de juntas, como las diagonales, formadas en ángulo generalmente mayor a 45°, que tienden a ser más críticas por su impacto en la integridad estructural, y las horizontales, que, aunque más manejables, requieren atención específica para garantizar la adherencia [15].

El proceso de fraguado comprende las etapas inicial y final, condicionadas por variables ambientales y composición del concreto, determinantes para la unión efectiva entre capas [16]. En este contexto, las vigas de concreto son elementos estructurales fundamentales encargados de soportar y distribuir cargas.

Su resistencia a la flexión es crítica y se ve afectada por la calidad del concreto, la geometría, el refuerzo y, especialmente, la presencia y manejo de juntas frías. El análisis riguroso mediante ensayos de flexión y adherencia permite evaluar el impacto de estas discontinuidades, aportando información clave para optimizar el diseño y la ejecución de estructuras duraderas y seguras [17].

Diversos estudios internacionales y nacionales respaldan la pertinencia de esta investigación, comprobando efectos negativos de las juntas frías en la resistencia del concreto y la eficacia de tratamientos especializados para mitigar sus impactos, lo que justifica la importancia de su estudio detallado en contextos locales críticos, como Lima, con alta actividad sísmica y exigencias estructurales crecientes.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló con un

enfoque aplicado y cuantitativo. El diseño adoptado fue cuasiexperimental factorial 2², que permitió analizar el impacto y la interacción de dos factores principales: el tiempo de fraguado y el tipo de junta fría (horizontal y diagonal). La manipulación controlada de estas variables independientes se realizó bajo condiciones experimentales reguladas, sin asignación aleatoria completa, reflejando así situaciones reales en obra.

La unidad de análisis estuvo constituida por muestras de vigas estructurales preparadas en laboratorio, con dimensiones y especificaciones adecuadas para simular condiciones constructivas reales. Se consideraron 45 muestras, divididas en 9 vigas de control sin juntas frías y, 36 vigas experimentales con juntas frías de diferentes tipos y tiempos de formación.

Para la recolección de datos se aplican técnicas de observación directa durante la ejecución de ensayos, incluyendo pruebas de flexión bajo carga hasta la falla estructural. Los instrumentos principales consistieron en máquinas de ensayo calibradas conforme a las normativas vigentes y fichas diseñadas para registrar sistemáticamente las características y resultados obtenidos. Se asegura la validez y confiabilidad de los instrumentos a través del juicio experto y la supervisión técnica durante los procedimientos, garantizando la precisión y repetibilidad de las medidas.

El análisis de datos se llevó a cabo mediante métodos estadísticos descriptivos y pruebas paramétricas, incluyendo análisis de varianza (ANOVA), pruebas de normalidad y homocedasticidad para determinar la significancia de los efectos individuales e interactivos del tiempo de fraguado y tipo de junta sobre la resistencia a flexión. Con este diseño y metodología, se buscó generar evidencia rigurosa que permita identificar las condiciones óptimas de fraguado y tipología de juntas frías que aseguren la integridad estructural y durabilidad en construcciones de concreto, contribuyendo así al desarrollo de prácticas constructivas sostenibles y eficientes.

En la Figura 1 se tiene el flujo operativo del

estudio, donde se contempla las etapas del proceso, así como el control de los materiales: Agregado Fino (AF), Agregado Grueso (AG)

y Cemento Tipo 1.

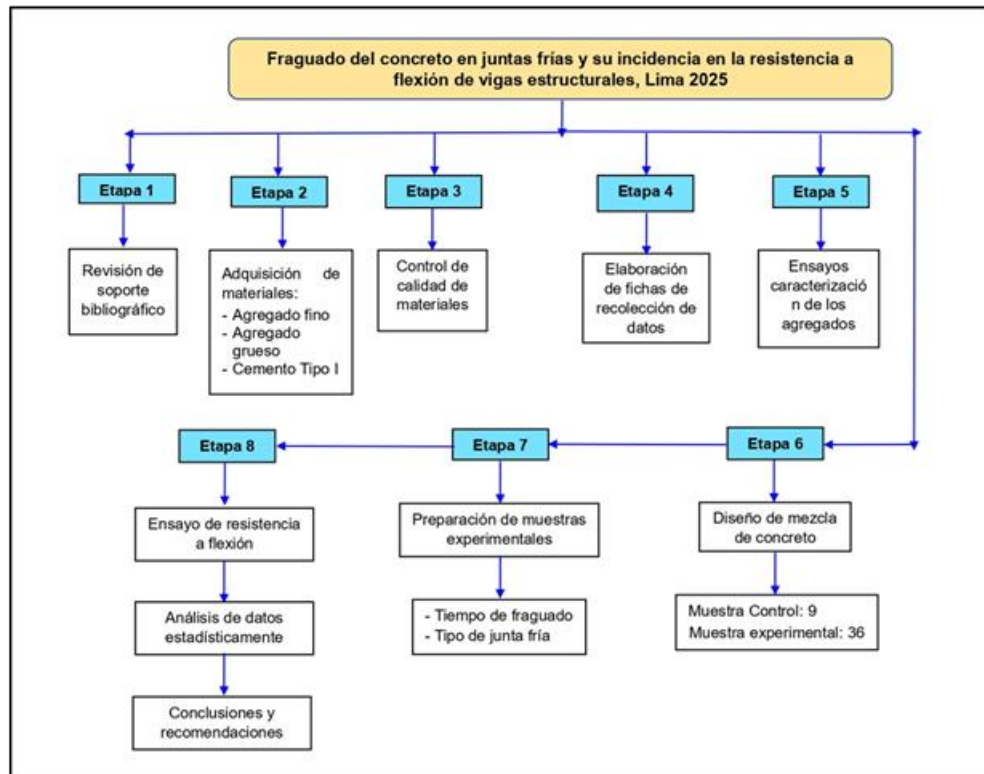


Figura 1. Flujo operativo del estudio experimental. Fuente: los autores

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

componen la mezcla se caracterizaron mediante ensayos de laboratorio, destacando las siguientes que se muestran en la Tabla 1.

4.1. Diseño de la Mezcla

Las propiedades físicas de los materiales que

Tabla 1. Propiedades de los agregados. Fuente: los autores

	Cemento	AF	AG
P. E	3,12 g/cm ³	2,39 g/cm ³	2,56 g/cm ³
PV Cemento	1500 kg/m ³		
%.H		0,79 %	0,16 %
%.ABS.		1,05 %	0,90 %
M.F		2,95	
T.M. N			1/2"
P.V. S		1442,55 kg/m ³	1364,54 kg/m ³
P.V.C		1570,21 kg/m ³	1537,12 kg/m ³

La dosificación fue corregida por el contenido de humedad y la absorción de los agregados. El diseño final del concreto, con una resistencia de 20,59 MPa, resultó en la siguiente proporción de materiales por m³ de concreto, tal como se presenta las cantidades

en la siguiente Tabla 2. Mientras que, en la Tabla 3 se muestra la relación proporcional de los agregados por kilogramo en comparación con el cemento.

Tabla 2. Dosificación final del concreto. Fuente: los autores

Dosificación	
Agua	207,96 l
Cemento	385,71 kg
AF	756,73 kg
AG	823,67 kg

Tabla 3. Proporción de los agregados en peso. Fuente: los autores

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1 kg	1,96 kg	2,14 kg	0,54 kg

4.2. Ensayo Slump

Los resultados demuestran que el asentamiento (slump) del concreto, tanto en las muestras del grupo patrón como en las de los grupos experimentales, satisface la plasticidad definida en el diseño, ya que todos los valores medidos se encuentran dentro o ligeramente dentro del rango objetivo de 3 a 4 pulgadas. Esto verifica que las proporciones de agua utilizadas en la dosificación fueron adecuadas para la trabajabilidad requerida para el moldeo de las vigas estructurales, asegurando que la mezcla fuera homogénea y uniforme para el estudio de las juntas frías, la cual se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Slump de las muestras patrón y experimentales. Fuente: los autores

Grupo	GP	GEXP1	GEXP2	GEXP3	GEXP4
Slump	3''	3,7''	3,5''	4''	3,4''

4.3. Ensayo de Resistencia a Flexión

La Tabla 5 de doble entrada resume los resultados del ensayo de resistencia a la flexión específicamente para las muestras curadas durante 28 días, incluyendo el Grupo Patrón (GP sin interrupción) y los cuatro

Grupos Experimentales (Gexp), con sus respectivas configuraciones de fraguado. Los resultados demuestran que una interrupción breve y controlada del fraguado, siempre que el tiempo no exceda los 30 minutos, puede mejorar la resistencia a flexión.

Tabla 5. Resumen de Resistencia a la Flexión. Fuente: los autores

Grupo de Ensayo	Configuración de la Junta Fría	Tiempo de Interrupción del Fraguado (min)	Resistencia Promedio a la Flexión (MPa)
GP	Sin Junta Fría	0	8,45
GEXP1	Diagonal 45°	30	8,74
GEXP2	Diagonal 45°	60	8,71
GEXP3	Horizontal 180°	30	9,11
GEXP4	Horizontal 180°	60	7,91

Los resultados del ensayo de máxima resistencia a la flexión, realizado a todos los grupos experimentales después de 28 días de curado, se presentan en la Figura 2. El grupo experimental 3 alcanzó una resistencia máxima 9,11 MPa, lo que se muestra un

desempeño superior bajo las condiciones evaluadas. Igualmente, esta evidencia demuestra que una interrupción breve y controlada del fraguado puede mejorar la resistencia a flexión, superando los valores del grupo control.



Figura 2. Grafica de Resumen de Resistencia a la Flexión. Fuente: los autores

4.3. Interpretación de Resultados

El contraste de hipótesis se realizó mediante el Análisis de Varianza (ANOVA), incluyendo pruebas paramétricas como la prueba t y el ANOVA factorial, para evaluar el efecto del tiempo de fraguado y el tipo de junta fría sobre la resistencia a flexión de las vigas estructurales. Los procedimientos estadísticos garantizaron la validez del modelo mediante la verificación de los supuestos de normalidad y homocedasticidad de los residuos para cada

análisis.

Contrastación de hipótesis H_1

H_0 : “El tiempo de fraguado del concreto no afecta significativamente la resistencia a flexión de vigas estructurales con junta fría diagonal”.

H_1 : “El tiempo de fraguado del concreto afecta significativamente la resistencia a flexión de vigas estructurales con junta fría diagonal”.

Tabla 6. Resumen de contraste de H_1 . Fuente: los autores

Hipótesis Específica	Factores Evaluados y Escenario	Prueba Estadística	Valor F	Valor P	Decisión Estadística ($\alpha=0,05$)	Conclusión Principal
HE_1	Junta Fría Diagonal: Comparación entre interrupción de 30 min GEXP1 y 60 min GEXP2	ANOVA (Un Factor)	0,02	0,898	No se rechaza H_0	El tiempo de fraguado no afecta significativamente la resistencia a flexión en vigas con junta fría diagonal

De la Tabla 6 se concluye que el factor tiempo de fraguado no tiene un efecto significativo sobre la resistencia a flexión en vigas con junta fría diagonal. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se admite que el tiempo de fraguado del concreto no afecta significativamente la resistencia a flexión de vigas estructurales con junta fría diagonal.

Contrastación de hipótesis H_2

H_0 : “El tiempo de fraguado del concreto no influye considerablemente en la resistencia a flexión de vigas estructurales con junta fría horizontal”.

H_1 : “El tiempo de fraguado del concreto influye considerablemente en la resistencia a flexión de vigas estructurales con junta fría horizontal”.

A partir de la Tabla 7 se concluye que el factor tiempo de fraguado tiene un efecto relevante sobre la resistencia a flexión en juntas horizontales. Por consiguiente, se descarta la hipótesis nula (H_0) y se aprueba la hipótesis alternativa (H_1). Estos resultados son cruciales, ya que indican que un tiempo de fraguado corto de 30 min favorece una buena adherencia y una matriz resistente, mientras que un fraguado prolongado de 60 min genera

uniones débiles y reduce la resistencia estructural.

Tabla 7. Resumen de contraste de H₂. Fuente: los autores

Hipótesis Específica	Factores Evaluados y Escenario	Prueba Estadística	Valor F	Valor P	Decisión Estadística (α=0,05)	Conclusión Principal
HE ₂	Junta Fría Horizontal: Comparación entre interrupción de 30 min GEXP3 y 60 min GEXP4	ANOVA (Un Factor)	34,16	0,004	Se rechaza H ₀ / se acepta H ₁	El tiempo de fraguado influye considerablemente en la resistencia a flexión en vigas con junta fría horizontal

Contrastación de hipótesis H₃

H₀: “La interacción entre el tipo de junta fría y el tiempo de fraguado del concreto no influye en la resistencia a flexión de vigas estructurales”.

H₁: “La interacción entre el tipo de junta fría y el tiempo de fraguado del concreto influye en la resistencia a flexión de vigas estructurales”.

El resultado mostrado en la Tabla 8 resulta ser

significante en la interacción (p=0,004) lo que indica que el efecto del tiempo de fraguado en la resistencia a flexión depende del tipo de junta fría, y que la combinación de ambos factores influye conjuntamente en el comportamiento estructural. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alternativa (H₁). Esto subraya la necesidad de considerar estos factores de manera conjunta para optimizar el desempeño estructural.

Tabla 8. Resumen de contraste de H₃. Fuente: los autores

Hipótesis Específica	Factores Evaluados y Escenario	Prueba Estadística	Valor F	Valor P	Decisión Estadística (α=0,05)	Conclusión Principal
HE ₃	Interacción entre Tipo de Junta Fría (Diagonal/Horizontal) y Tiempo de Fraguado 30/60 min	ANOVA (Un Factor)	15,92	0,004	Se rechaza H ₀ / se acepta H ₁	La interacción entre el tipo de junta y el tiempo de fraguado es significativamente influyente en la resistencia a flexión

4.4. Discusión de Resultados

Los resultados de esta investigación mostraron que los grupos experimentales con juntas frías diagonales GEXP1 y GEXP2, sometidos a interrupciones de fraguado de 30 y 60 min, presentaron resistencias a flexión a los 28 días de 8,74 MPa y 8,71 MPa, respectivamente. Estos valores fueron superiores al grupo patrón (viga monolítica) que alcanzó 8,45 MPa. En contraste con antecedentes estos hallazgos contrastan parcialmente con los de [2], quienes observaron una disminución notable en la resistencia a flexión y compresión en especímenes con juntas frías de concreto convencional con interrupciones de 120 y 240 minutos.

Sin embargo, también se señaló que la

inclusión de fibras podía contrarrestar parcialmente los efectos negativos, lo cual respalda la idea de que un manejo adecuado del tiempo de fraguado y el tratamiento de juntas pueden mitigar los efectos adversos esperados [2]. De igual manera en contraste con [3] encontraron que las juntas frías reducían la resistencia a compresión en 22-25% y la tracción en 23%.

En esta investigación, las juntas diagonales GEXP1 y GEXP2 superaron la resistencia del GP. Esta diferencia sugiere que, en los intervalos de tiempo y condiciones evaluadas, un manejo apropiado del fraguado en juntas diagonales puede mejorar la adherencia entre capas y fortalecer la capacidad estructural, mitigando los efectos negativos típicos reportados. Por lo tanto, se concluye que el

control del tiempo de fraguado es una variable crítica que, bajo las condiciones analizadas de 30 y 60 min, puede optimizar la resistencia estructural de vigas con juntas frías diagonales.

Los resultados en juntas frías horizontales mostraron una sensibilidad crítica al tiempo de interrupción el GEXP3, con 30 min de interrupción, obtuvo la resistencia más alta 9,11 MPa, superando al GP 8,45 MPa. Además, el GEXP4, con 60 min de interrupción, obtuvo la resistencia más baja 7,91 MPa. Esto indica claramente que, a mayor tiempo de interrupción en el fraguado, disminuye la resistencia a la flexión en juntas horizontales. En contraste con [7] evaluaron el efecto del tiempo de formación de juntas en la resistencia a compresión, encontrando que las juntas horizontales mostraban una menor disminución de resistencia (máxima reducción del 12,40%) en comparación con las diagonales.

En esta investigación, las juntas horizontales demostraron ser más resistentes que las diagonales bajo un control de 30 min, pero también más vulnerables al deterioro por interrupciones prolongadas de 60 minutos. De la misma forma en contraste con [9] observó que la aplicación de adhesivos epóxicos (Sikadur32) o lechada de cemento aumentaba la resistencia a compresión de las juntas. Esta tendencia es congruente con el GEXP3, donde el control riguroso de 30 min mejoró la capacidad resistente a flexión 9,11 MPa. La resistencia disminuida del GEXP4 7,91 MPa con 60 min de interrupción subraya la necesidad de combinar tratamientos de adherencia con un control riguroso del tiempo de fraguado.

En conclusión, el control riguroso del tiempo de fraguado es un factor crítico para optimizar la resistencia estructural de vigas con juntas frías horizontales, donde la interrupción no debe ser prolongada para evitar uniones débiles y posibles fallas prematuras.

El Análisis de Varianza (ANOVA) factorial arrojó que la interacción entre el tipo de junta fría y el tiempo de fraguado es estadísticamente significativa ($P=0,004$). Esto

significa que el efecto del tiempo de fraguado en la resistencia depende del tipo de junta. En comparación con [10] documentaron pérdidas significativas de resistencia en compresión y tracción debido a las juntas frías. En contraste, con los resultados de la presente investigación muestran que un manejo riguroso y controlado del tiempo 30 minutos en juntas horizontales no solo mitigó, sino que revirtió los efectos adversos típicos al aumentar la resistencia sobre el grupo patrón.

El resultado significativo de la interacción subraya que no basta con analizar los factores por separado, sino que su combinación determina críticamente el desempeño estructural. Un tiempo controlado de fraguado de 30 minutos combinado con una junta adecuadamente manejada puede mejorar la capacidad resistente, mientras que interrupciones prolongadas de 60 minutos pueden producir debilitamientos significativos en la unión entre capas, especialmente en juntas horizontales. Finalmente se concluye que la interacción entre el tipo de junta fría y el tiempo de fraguado es una clave determinante para la resistencia a flexión de vigas estructurales, lo que requiere que estos factores se consideren conjuntamente en la práctica constructiva para garantizar estructuras más seguras.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación permiten afirmar que la interrupción controlada del proceso de fraguado en vigas con juntas frías diagonales, dentro de los tiempos evaluados de 30 y 60 minutos, no afecta negativamente la resistencia a la flexión. De hecho, en algunos casos, dicha interrupción puede mejorar la resistencia con respecto al grupo patrón sin interrupción, lo que indica que un manejo adecuado del tiempo de fraguado contribuye a una mejor adhesión y cohesión entre las capas de concreto, optimizando la capacidad resistente de las vigas estructurales.

Se concluye que el tiempo de interrupción en el proceso de fraguado tiene un efecto directo y estadísticamente significativo sobre la resistencia a la flexión de las vigas con juntas frías. En particular, una interrupción moderada

de 30 min puede mantener o incluso incrementar la capacidad resistente, evidenciado en el grupo experimental que alcanzó una resistencia promedio de 9,11 MPa, superior al grupo patrón. Sin embargo, las interrupciones prolongadas de 60 min ocasionan una reducción significativa en la resistencia 7,91 MPa, atribuible al deterioro en la adherencia entre capas y la consecuente afectación del desempeño estructural.

La influencia del tiempo de interrupción en la resistencia a la flexión es más pronunciada en vigas con juntas frías horizontales que diagonales. Un tiempo corto de interrupción de 30 min favorece un aumento en la resistencia a la flexión, mientras que tiempos prolongados de 60 min reducen significativamente la integridad estructural debido a la formación de uniones débiles que comprometen la transferencia eficaz de esfuerzos. Este efecto se confirma mediante un análisis estadístico con un valor $p=0,004$, lo que indica que la interacción entre el tiempo de fraguado y el tipo de junta es estadísticamente significativa. Estos resultados subrayan la necesidad de considerar ambos factores de manera conjunta para mejorar el desempeño estructural del concreto.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda controlar rigurosamente el tiempo de interrupción entre vertidos, evitando pausas prolongadas superiores a 30 min, ya que estas afectan negativamente la adherencia entre capas y disminuyen la resistencia a la flexión. Es fundamental considerar conjuntamente el efecto del tiempo de fraguado y el tipo de junta (horizontal o diagonal) durante el diseño y ejecución de estructuras para optimizar la capacidad resistente.

Se sugiere que futuras investigaciones exploren técnicas de preparación y tratamiento superficial de juntas frías para mejorar la cohesión entre capas y, con ello, el desempeño estructural. Además, se recomienda ampliar los estudios experimentales bajo diferentes condiciones ambientales, tipos de mezcla y escalas reales de obra para validar y fortalecer los resultados obtenidos.

Finalmente, se plantea la importancia de incorporar estos hallazgos y prácticas de control del fraguado y manejo de juntas frías en las normas y procedimientos constructivos, promoviendo métodos sostenibles e innovadores. Se propone también que futuras investigaciones integren variables relacionadas con la calidad del concreto, el proceso de fraguado y las técnicas de ejecución, con el fin de mejorar la durabilidad y seguridad de las estructuras de concreto armado.

7. FINANCIAMIENTO

La investigación que ha dado origen a este artículo no ha recibido el aporte financiero de ninguna fuente.

8. CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores hacen constar que no poseen ningún tipo de conflicto de interés que pueda influir en la objetividad y transparencia del presente estudio.

9. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

RFVP: Redacción, revisión, edición, conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, recursos, validación. LVRC: Conceptualización, metodología, revisión, edición, validación. YMR: Redacción, revisión, conceptualización, metodología, análisis formal, investigación, metodología, recursos, validación.

10. REFERENCIAS

- [1] PNUD, “¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible?” Disponible en: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>, 2016
- [2] B. Zega et al., “Effects of cold joint and its direction on the compressive and flexural strength of concrete” *Geomate Journal*, vol. 20, no. 82, Disponible en: <https://doi.org/10.21660/2021.82.J2086>, 2021
- [3] P. Banstola et al., “An experimental study on strength of concrete due to cold joints” *Journal of Advanced Research in Geo Sciences & Remote Sensing*, vol. 8, no. 3–

- 4, Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6870>, 2024
<https://doi.org/10.24321/2455.3190.202104>, 2022
- [4] Z. Feng, C. Li, L. Ke y D. Yoo, “Tensile behavior of ultra-high-performance fiber-reinforced concrete (UHPFRC) structure with cold joints” *Engineering Structures*, vol. 273, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.115084>, 2022
- [5] T. Looney et al., “Concrete Bond and Behavior of Nonproprietary Ultrahigh-Performance Concrete Bridge Slab Joints” *Journal of Bridge Engineering*, vol. 26, no. 2, Disponible en: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)BE.1943-5592.0001669](https://doi.org/10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0001669), 2021
- [6] A. Semendary, A. Kriegl y D. Svecova, “Experimental study on bond performance at UHPC-UHPC cold joints” *Construction and Building Materials*, vol. 344, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128237>, 2022
- [7] R. Ccohuanqui y R. Tupa, “Análisis del comportamiento mecánico de juntas frías rugosas en la resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con cemento tipo IP en la ciudad de Cusco, 2022”, Tesis de Ing. Civil, Cusco, Perú, Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/8155>, 2023
- [8] A. García y L. La Madrid, “Uso de Sikadur32 sobre juntas frías para evaluar incidencia en la resistencia a la compresión del concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$, Bagua Grande” Tesis de Ing. Civil, Univ. César Vallejo (UCV), Bagua Grande, Perú, Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/96355>, 2022
- [9] B. Minchán, “Influencia del epóxico adherente Sikadur 32 y lechada de cemento en la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en juntas de construcción usuales” Tesis de Ing. Civil, Univ. Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca, Perú, Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6870>, 2024
- [10] J. Abarca y S. Pinedo, “Influencia de juntas frías con diferentes tiempos de formación en la resistencia a compresión y tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Cusco,” Tesis de Ing. Civil, Univ. César Vallejo (UCV), Perú, Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58607>, 2021
- [11] A. Contreras, “Determinación de los tiempos de corte para juntas de construcción en pavimentos rígidos, Trujillo”, Tesis de Ing. Civil, Trujillo, Perú, Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/31347>, 2022
- [12] G. López y A. Becerril, “Evaluación de la influencia del aditivo Epóxine 200 en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en el manejo de juntas frías, durante la construcción de la Sede Central del Gobierno Regional de Ucayali” Tesis de Ing. Civil, Pucallpa, Perú, Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14621/6895>, 2024
- [13] Y. Yoon, K. Yang y S. Kwon, “Service life of GGBFS concrete under carbonation through probabilistic method considering cold joint and tensile stress” *Journal of Building Engineering*, vol. 32, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101826>, 2020
- [14] M. Shishesaz y M. Hosseini, “Effects of joint geometry and material on stress distribution, strength and failure of bonded composite joints: an overview”, *The Journal of Adhesion*, vol. 96, no. 12, Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00218464.2018.1554483>, 2020
- [15] A. Torres et al., “Comportamiento mecánico de juntas frías lisas de concreto” *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 31, no. 3, Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000300001>, 2016

- [16] A. Koddy y G. Morcoux, "Flexural strength prediction models of non-prestressed Ultra-High-Performance Concrete (UHPC) components" *Engineering Structures*, vol. 34, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.10.047>, 2021
- [17] Q. Sun y C. Liu, "Experimental study and calculation method on the flexural resistance of reinforced concrete beam strengthened using high strain-hardening ultra-high-performance concrete" *Structural Concrete*, vol. 22, no. 3, Disponible en: <https://doi.org/10.1002/suco.202000592>, 2021
- [18] J. Arias et al., "Mechanical stabilization of aeolian sand with ceramic brick waste aggregates," *Construction and Building Materials*, vol. 363, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129846>, 2023
- [19] R. Mohammed et al., "Characterizing geotechnical properties of sand subgrade soils stabilized with geopolymer," *Case Studies in Construction Materials*, 2025

11. LICENCIA Y DERECHO DE AUTOR

Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Los autores conservan los derechos de autor de los artículos publicados y otorgan al editor el derecho a publicarlos, a ser citados como su editor original en caso de reutilización y a distribuirlos en todos los formatos y medios.

12. LICENSE & COPYRIGHT

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-NC-SA 4.0)

Authors retain copyright of the published papers and grant to the publisher the right to publish the article, to be cited as its original publisher in case of reuse, and to distribute it