**DOI:** https://doi.org/10.46296/ig.v5i10edespsep.0071

# ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE JUNTAS CONSTRUCTIVAS ENTRE HORMIGONES ANTIGUOS Y HORMIGONES NUEVOS EMPLEANDO EPÓXICOS ESTRUCTURALES

# ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF CONSTRUCTIVE JOINTS BETWEEN OLD CONCRETE AND NEW CONCRETE USING STRUCTURAL EPOXY

Pin-Antón Kenia Verenice [1]; Ruiz Wilter [2]

[1] Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador. Correo: kpin4275@utm.edu.ec.

[2] Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador. Correo: wilter.ruiz@utm.edu.ec.

## Resumen

La presente investigación estudia el comportamiento de juntas constructivas de hormigones de diferentes edades que fueron unidos con resina estructural mono componente a base de poliuretano con la finalidad de evaluar su comportamiento ante cargas. las muestras ensayadas fueron obtenidas de edificaciones que se encuentran dentro de la ciudad de Portoviejo de donde se extrajeron cilindros con edades mayores a los 8 años y otro inferior a los 8 meses, el objetivo de la investigación fue analizar el comportamiento de juntas constructivas entre hormigones de diferentes unidos con una resina estructural, con los testigos tomados se realizaron los ensayos para determinar la absorción posterior ensayados a tracción indirecta. En los ensayos de tracción indirecta se observaron valores máximos de 3.70 MPa y como mínimo de 2.02 MPa donde se observaron desprendimiento de secciones en los extremos de los cilindros, no se observaron daños que pudieran indicar una separación de los dos elementos unidos. Los ensayos de resistencia a la tracción indicaron que la resina monocapa presenta un buen comportamiento ante este tipo de ensayos y demuestra ser adecuada para unir hormigones de diferentes edades.

**Palabras clave:** Resina monocomponente, junta estructural, resistencia a la compresión, hormigones.

## Abstract

The present investigation studies the behavior of construction joints of concrete of different ages that were joined with single-component structural resin based on polyurethane in order to evaluate their behavior under loads. the tested samples were obtained from buildings located within the city of Portoviejo from where cylinders older than 8 years and another younger than 8 months were extracted, the objective of the research was to analyze the behavior of constructive joints between concrete of different joints with a structural resin, with the witnesses taken the tests were carried out to determine the subsequent absorption tested at indirect traction. In the indirect traction tests, maximum values of 3.70 MPa and a minimum of 2.02 MPa were observed where detachment of sections at the ends of the cylinders were observed, no damage was observed that could indicate a separation of the two joined elements. The tensile strength tests indicated that the monolayer resin performs well in this type of test and proves to be suitable for bonding concrete of different ages.

**Keywords:** Monocomponent resin, structural joint, compressive strength, concrete.

**Información del manuscrito:**
**Fecha de recepción:** 06 de junio de 2022.
**Fecha de aceptación:** 19 de septiembre de 2022.
**Fecha de publicación:** 29 de septiembre de 2022.

## 1. Introducción

Durante el proceso de construcción de una obra se utilizan diferentes criterios constructivos, que en ocasiones son necesarios para la continuación de la mismo; uno de ellos son las juntas constructivas; Tal como lo define Martí et al., (2014) y Yepes, (2017) son elementos que permiten controlar las deformaciones por dilatación térmica y los grandes esfuerzos sobre los materiales.

El hormigón es uno de los materiales constructivos más predilectos por la industria de la construcción por tener una elevada trabajabilidad y adaptarse al molde donde se lo coloque. Se han realizado investigaciones en países latinoamericanos como la de Archilla (2007), titulada “Evaluación sobre adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo, con dos tipos de epóxicos”, donde se evalúa la capacidad de resistencia de la junta mediante ensayos de compresión. Se obtuvo en esta investigación que los aditivos que la falla más común es por deslizamiento y además que el precio no es una variable relevante al momento de escoger el aditivo con propiedades indicadas.

En el Ecuador se han desarrollado investigaciones como la de Vásconez (2019) quien emplea resinas epóxicas estructurales en juntas, con la finalidad de rehabilitar una edificación prioritaria como lo es el Municipio de la ciudad de Ambato. En este caso el uso de las epóxicas fue como parte de un resanado de juntas frías evitando un mayor deterioro en el edificio estudiado.

Otra investigación es la de Castillo et al., (2021), que busca la rehabilitación de casas adosadas aplicando resinas como material de mejoramiento y rehabilitación. En este caso usan a las resinas como sellantes de pequeñas juntas sin profundizar en conclusiones mayores de su comportamiento estructural.

La presente investigación se basa en el estudio del comportamiento de las juntas de construcción del hormigón antiguo con el hormigón nuevo, empleando material epóxico comercializado en el mercado ecuatoriano como solución constructiva.

Por su parte otros trabajos como el de Morales & Páez (2019) titulado “Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de hormigón

con presencia de juntas frías a diferentes ángulos de inclinación” estudia la capacidad de resistencia de las juntas frías que han empleado epóxico constructivos y han medido la resistencia de estas empleado ensayos de compresión en juntas de tipo horizontal, vertical y diagonales a 45 grados. Esta investigación arrojo que las juntas tienen un mejor comportamiento ante cargas cuando se utilizan resinas especializadas para juntas en comparación al uso de lechadas.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Materiales.

Los hormigones que se emplearon fueron muestras de un hormigón amasado hace aproximadamente 8 años (hormigón viejo) y otro de 8 meses de amasado. Las muestras obtenidas fueron de tipo cilíndricas con un metodología invasiva con medidas de 10 cm de diámetro y 20 de alto.

La resina posee una composición química de elastómero mono componente a base de poliuretano, posee una excelente adherencia y no es corrosivo, entre sus múltiples usos se encuentra el de unión de juntas de hormigones de diferentes edades. Otras características que se indican de este material es su buena resistencia al agua, ácidos débiles, álcalis débiles, alcantarillado, grasas y combustibles.

A falta de una documentación o expediente técnico sobre la resistencia característica de los cilindros de hormigón extraídos, y considerando las investigaciones de Cedeño et al. (2020) y Mera et al. (2020). Bajo este antecedente se considera una resistencia de 210 kg/cm2.

### 2.2. Métodos.

La investigación conllevó el cumplimiento de varias etapas importantes en su desarrollo. Estas se describen a continuación.

- **Fase 1: Recolección de muestras**

La búsqueda de las muestras debía contener al menos una diferencia de edad de más de 6 meses, esta búsqueda fue realizada en diferentes sectores de la ciudad de Portoviejo. Para la obtención de los dos tipos de muestra se emplearon dos edificaciones de la ciudad. Las

muestras de hormigón antiguo poseen edades de no menos de 7 años mientras que las muestras de hormigón joven tenían un tiempo de 8 meses de endurecimiento. Las edificaciones donde se tomaron las muestras se encuentran ubicadas en las coordenadas 559490.25E, 9885132.92S y 559687.34E, 9886951.00S dentro de la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí.

- **Fase 2: Ensayos Preliminares**

En esta parte de la investigación lo que se planteó fue la ejecución de ensayos de compresión axial a los moldes obtenidos, esto para registrar la resistencia características que estos ensayos tendrían previo a la realización al análisis con el epóxico estructural.

Adicional a esto también se mide la porosidad por medio de su absorción de líquido, para esto se consideró la normativa NTE INEN 1576 (2011) para esto las muestras fueron pesadas en una balanza electrónica y luego sumergidas por 72 horas en agua limpia. Transcurrido este tiempo se procedió a dejar escurrir el agua excedente, para pesar nuevamente y obtener la cantidad de agua absorbida. Este procedimiento fue realizado para las dos muestras de hormigón.

En esta etapa también se realizó un proceso de rotulado de las muestras que estaban siendo utilizadas que fueron distinguidas de la siguiente forma. Para hormigones antiguos se empleó las siglas A1 hasta A-12 con la finalidad de identificar que eran antiguos. Para el caso de los hormigones nuevos fueron sumergidos simulando las condiciones reales en obra. Bajo esta condición de saturación, se midió la cantidad de agua en kilogramos (kg) que absorbía cada cilindro, se rotularon, pero con las siglas B1 hasta B12.

- **Fase 3: colocación de resina y unión de hormigones.**

Para asegurar que se lograra la junta entre las dos muestras de hormigones se utilizó un anillo de fibra de celulosa vegetal que permitió encapsular la resina y que los dos hormigones se encontraran juntos, Imagen 1.

***Imagen 1.*** *Colocación de resina en la cara de un cilindro (Izquierda), Curado de juntas (Derecha).*

Con el procedimiento de confinamiento en recipientes metálicos y apretados con madera contrachapada, se buscaba simular las condiciones de obra en las cuales se emplearía la resina. Este procedimiento se realizó después de unos minutos, cuando la resina no era tan liquida y permitía colocar los moldes en forma horizontal.

- **Fase 4: Ensayos con resina epóxica estructural.**

Se realizaron ensayos con un total de 12 muestras de hormigones, a las cuales se les colocó la resina estructural procurando seguir todas y cada una de las indicaciones que se mencionan en la cartilla técnica, esto con la finalidad de obtener resultados confiables se realizó el ensayo de tracción indirecta norma NTE INEN 2648 (2013) para probar la resistencia de la junta.

### 2.3. Metodología de cálculo

La propuesta investigativa permite identificar el nivel de seguridad constructiva que brindan los epóxicos mono componentes en juntas de hormigón, para ellos se empleó el ensayo destructivo de tracción indirecta bajo las condiciones que se indican en la norma NTE INEN 2648 (2013).

Para la obtención de los resultados se consideró la ecuación que se plantea en la normativa antes mencionada en la norma NTE INEN 2648 (2013):

$$T = \frac{2P}{\pi * l * d}$$

Donde:

T = Resistencia a tracción por compresión diametral, MPa.

P = Carga máxima aplicada, indicada por la máquina de ensayo, N.

l = Longitud, mm

d = diámetro, mm

Estos ensayos fueron realizados todos considerando las indicaciones no solo de la normativa ecuatoriana, también de la norma general en la cual se fundamenta la ecuatoriana que es la ASTM C496/C496M-11.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1. Capacidad de absorción del hormigón.

La cantidad de agua que absorbieron las muestras de hormigón indican que estas no han sido tratadas para volverlas impermeables, los resultados de la muestra de hormigón de menos de un año de amasado se indican en la Tabla 1.

***Tabla 1:*** *Absorción de agua en muestras de hormigón de amasado menor a 1 año.*

| Código | Peso Seco [kg] | Peso Húmedo [kg] | Absorción [kg] |
|---|---|---|---|
| B1 | 36.06 | 38.11 | 2.05 |
| B2 | 36.52 | 38.23 | 1.71 |
| B3 | 34.42 | 36.45 | 2.03 |
| B4 | 34.54 | 36.85 | 2.31 |
| B5 | 34.46 | 36.54 | 2.08 |
| B6 | 35.96 | 37.77 | 1.81 |
| B7 | 37.73 | 39.18 | 1.45 |
| B8 | 38.63 | 39.69 | 1.06 |
| B9 | 36.10 | 37.88 | 1.78 |
| B10 | 35.6 | 37.65 | 2.05 |
| B11 | 35.9 | 37.69 | 1.79 |
| B12 | 36.3 | 37.72 | 1.42 |

La variación en el peso de los cilindros sumergidos durante 7 días, indica que los espacios capilares del hormigón han sido saturados con el líquido (imagen 2), además que propicia una mejor adherencia entre la resina y los hormigones a unirse.

***Imagen 2:*** *Rotulado de hormigones (Izquierda) y Curado de hormigones B1-B12 (Derecha)*

Mantener sumergidos los cilindros, demuestra el grado de porosidad que tiene el hormigón que fue analizado; las muestras más porosas fueron aquellas inferiores a un año de amasado. Cabe indicar que este tipo de condiciones son propicias para ataques químicos. Revisar las publicaciones de Chinè-Polito et al.(2019) y Gonzalez Barrera, (2020).

### 3.2. Ensayos de tracción indirecta.

Este ensayo determina las propiedades mecánicas de rocas y en este caso del hormigones para estudiar el comportamiento ante esfuerzos mecánicos de tracción, los cuales rigen a elementos estructurales como losas y son donde se generan las juntas. La investigación de Moya y Lara (2019), describe valores de resistencia típicos a la tracción indirecta, dicho valor que estos mencionan es de 27.90 kg/cm2 (2.79 MPa) en hormigones diseñados para una resistencia de 210 kg/cm2. Dentro de la norma NTE INEN 2648 (2013) se hace referencia que el valor promedio mínimo es de 2.8 MPa para ensayos en hormigones.

***Tabla 2:*** *Resistencia a la tracción indirecta*

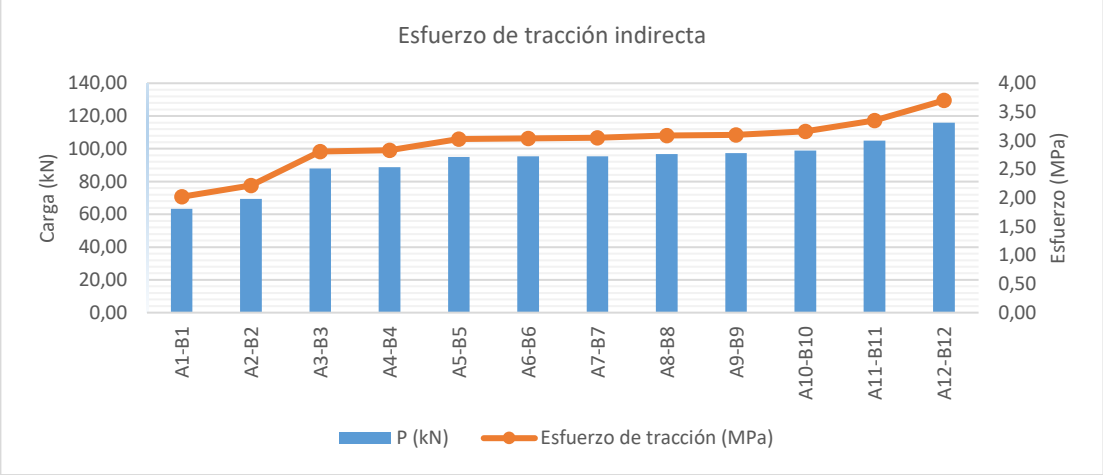
| Código | Carga KN | Esfuerzo de Tracción Indirecta MPa |
|---|---|---|
| A1-B1 | 63.30 | 2.02 |
| A2-B2 | 69.50 | 2.22 |
| A3-B3 | 88.05 | 2.81 |
| A4-B4 | 88.80 | 2.83 |
| A5-B5 | 95.11 | 3.03 |

| | | |
|---|---|---|
| A6-B6 | 95.44 | 3.04 |
| A7-B7 | 95.48 | 3.05 |
| A8-B8 | 96.82 | 3.09 |
| A9-B9 | 97.30 | 3.10 |
| A10-B10 | 98.96 | 3.16 |
| A11-B11 | 105.02 | 3.35 |
| A12-B12 | 115.86 | 3.70 |

Basados en las referencias de la investigación Moya y Lara (2019) el hormigón presenta una resistencia a la tracción encajada en los estándares de un hormigón convencional.

El incremento en la carga ejercida en el ensayo se debió en cierta medida a la estructura interna de los cilindros. Al comparar la absorción que tuvieron las muestras de hormigón (Tabla 1) con la resistencia a la tracción (Tabla 2) se aprecia que aquellos que tuvieron mayor porosidad no presentaron resistencia a la tracción muy elevadas.

***Gráfico 1:*** *Comparación de esfuerzo tracción indirecta y carga aplicada.*




La Grafica 1 muestra que la resistencia a la tracción indirecta de las muestras empleadas en algunos casos fue superior a lo que indica la normativa, y tal como se muestra en Imagen 3, las muestras sufrieron daños en sus extremos de la junta, pero estas no se despegaron.

### 3.3. Comportamiento de la junta.

La idea de utilizar soluciones comerciales para juntas constructivas es evitar cualquier problema de filtración de agua o

daños en revestimientos como cerámicas o elementos de decoración que puede llegar a estar sobre esta unión de hormigones.

***Imagen 3:*** *Fallas presentadas en el ensayo de tracción indirecta.*

Durante los ensayos de tracción no se presentaron fallas en la junta o separaciones entre los dos hormigones (Imagen 3). Lo que si sucedió fueron fallas en los extremos adheridos con la muestra de los cilindros que fueron ensayados de tal forma que se rompían tal como se muestra en las imágenes.

En dos de los ensayos se presentó una pérdida de sección, aunque esto no comprometido la estructura de la junta. Cabe mencionar que las propiedades elásticas de los elementos que componen la resina le permiten resistir cargas sin necesidad de causar una falla o desprendimiento entre los dos materiales.

### 3.4. Consideraciones futuras.

En futuras investigaciones similares enfocadas en el análisis de juntas constructivas se recomienda la utilización de otros ensayos y ángulos de inclinación de las juntas para evaluar su capacidad de resistencia y comportamiento ante mayores cargas y otros posibles escenarios de aplicación.

La falta de ensayos complementarios debe ser un punto

de revisión para replicaciones de esta investigación, debido a que la junta no fue sometida a ensayos de compresión con diferentes grados de inclinación de la junta con el fin de evaluar la fuerza de adherencia de la resina estructural empleada.

## 4. Conclusiones

Las juntas que fueron utilizadas en los ensayos no presentaron fallas, por lo que la resina epóxica monocapa, demuestra ser adecuada para unir hormigones de diferentes edades.

La resistencia a la tracción mostró que la junta no presento daños visuales evidentes que pudieran indicar algún tipo de falla o desprendimiento entre los dos hormigones,

Los resultados de la absorción del hormigón demostraron que estos no han sido diseñados para ser impermeables por la cantidad de agua que fue absorbida durante el tiempo que estuvieron sumergidos en agua.

## Bibliografía

ASTM. (2011). C496/C496M-11: Standard test method for splitting tensile strength of cylindrical concrete specimens.

Castillo, C., Castillo, J., & Placencia Andrade, P. H. (2021). Análisis estructural y diseño de reforzamiento de dos viviendas adosadas ante amenaza sísmica [Tesis]. Escuela Politécnica Nacional.

Cedeño, R. A. P., Hernández, E. H. O., Párraga, W. E. R., & Panchana, M. J. C. (2020). Fuentes de arena de río de la Provincia de Manabí a utilizar en hormigones en la construcción de obras civiles. Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 5(1), 51-62.

Chinè-Polito, B., Cuevas-Kauffmann, R., Jiménez-Salas, R., Ortiz-Quesada, G., Chinè-Polito, B., Cuevas-Kauffmann, R., Jiménez-Salas, R., & Ortiz-Quesada, G. (2019). Estudio experimental de la carbonatación del concreto. Revista Tecnología en Marcha, 32(2), 68-81. https://doi.org/10.18845/tm.v32i2.4350

González Barrera, N. (2020). Factores que inciden en una adecuada impermeabilización del concreto.

Martí, J., Yepes, V., & Gónzales, F. (2014). Fabricación, transporte y colocación del hormigón. Apuntes de la Universitat Politècnica de València.

Mera, S. M. A., Soledispa, A. G. V., Párraga, W. E. R., Hernández, E. H. O., & Castro, C. M. J. (2020). Estudio de la resistencia a compresión del hormigón utilizando el vidrio finamente molido en reemplazo parcial del cemento. Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 4(2), 1-7.

Morales, S., & Páez, D. (2019). Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concretos con presencia de juntas frías a diferentes ángulos de inclinación [Tesis, Universidad Pontificia Bolivariana]. https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/8477

Moya, J. C., & Lara, L. F. C. (2019). Análisis de las prioridades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado. INGENIO, 1(2), 5-14.

NTE INEN 1576. (2011). Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

NTE INEN 2648. (2013). Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la tracción por compresión diametral de especímenes cilíndricos de hormigón. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Vásconez, A. (2019). Rehabilitación estructural del Ayuntamiento de Ambato en Ecuador [Tesis de máster, Universitat Politècnica de València]. https://riunet.upv.es/handle/10251/128154

Yepes, V. (2017). Las juntas de construcción en el hormigón – El blog de Víctor Yepes. https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/02/17/las-juntas-construccion/