



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN UN CANAL DE RIEGO

**CONCRETE PATHOLOGIES IN
AN IRRIGATION CHANNEL**

César Augusto Rocha Sandoval
Universidad Nacional De San Martín, Perú

Fanny Natalia Ocrosopoma Callupe
Universidad Nacional De San Martín, Perú

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13050

Patologías del Concreto en un Canal de Riego

César Augusto Rocha Sandoval¹cerosa100@hotmail.comcarocha@unsm.edu.pe<https://orcid.org/0000-0002-1268-0096>

Universidad Nacional De San Martín

Perú

Fanny Natalia Ocrosopoma Callupecallupe2111@gmail.comfnocrosopoma@unsm.edu.pe<https://orcid.org/0000-0003-2300-5755>

Universidad Nacional De San Martín

Perú

RESUMEN

El análisis de las patologías más comunes que afectan las estructuras de concreto de los canales de riego se presenta en este artículo. Se explican las razones, los efectos y las soluciones potenciales para la rehabilitación de estas infraestructuras, que son cruciales para la gestión del agua eficiente en la agricultura. Un caso de estudio muestra los efectos de la degradación del concreto y sugiere soluciones. Las fisuras, que pueden ser estructurales o superficiales, son una de las afecciones más comunes y suelen ser causadas por la contracción del concreto durante el proceso de curado, cambios térmicos o sobreelevaciones de carga. La erosión, causada por el flujo de agua rápido, es otro problema importante, ya que puede causar pérdida de material y debilitar las paredes del canal. Además, se pueden observar deformaciones permanentes en las estructuras, que pueden ser el resultado de la mala distribución de cargas como resultado del alabeo. La sostenibilidad operativa de los canales depende del diagnóstico temprano de estas afecciones. La reparación de fisuras con selladores flexibles, el tratamiento de la erosión con revestimientos apropiados y un plan regular de inspección y mantenimiento son intervenciones recomendadas. Por último, pero no menos importante, el reconocimiento y tratamiento efectivos de las enfermedades del concreto son esenciales para garantizar el uso óptimo del agua en la agricultura y la prolongación de la vida útil de las infraestructuras de riego.

Palabras claves: patologías del concreto, canales de riego, deterioro, rehabilitación

¹ Autor principal

Correspondencia: carocha@unsm.edu.pe

Concrete Pathologies in an Irrigation Channel

ABSTRACT

The analysis of the most common pathologies that affect the concrete structures of irrigation canals is presented in this article. The reasons, effects and potential solutions for the rehabilitation of these infrastructures, which are crucial for efficient water management in agriculture, are explained. A case study shows the effects of concrete degradation and suggests solutions. Cracks, which can be structural or superficial, are one of the most common conditions and are usually caused by concrete contraction during the curing process, thermal changes or increased loads. Erosion, caused by rapid water flow, is another major problem as it can cause loss of material and weaken channel walls. In addition, permanent deformations can be observed in the structures, which may be the result of poor load distribution as a result of warping. The operational sustainability of the canals depends on the early diagnosis of these conditions. Repairing cracks with flexible sealants, treating erosion with appropriate coatings, and a regular inspection and maintenance plan are recommended interventions. Last but not least, effective recognition and treatment of concrete diseases are essential to ensure optimal water use in agriculture and prolonging the life of irrigation infrastructure.

Keywords: concrete pathologies, irrigation canals, deterioration, rehabilitation

Artículo recibido 10 julio 2024

Aceptado para publicación: 15 agosto 2024



INTRODUCCIÓN

El concreto, material fundamental en la construcción de infraestructura hidráulica, es apreciado por su robustez y durabilidad. No obstante, su desempeño puede verse comprometido por diversas patologías, especialmente en aplicaciones críticas como los canales de riego. Estas estructuras, esenciales para la distribución eficiente del agua en áreas agrícolas, están expuestas a condiciones ambientales extremas y a cargas operativas que pueden inducir deterioro en el concreto, afectando tanto su funcionalidad como su longevidad.

La investigación de las patologías del concreto en canales de riego ha sido objeto de estudio en varios trabajos académicos. Entre ellos, el estudio de García et al. (2019) destacó la influencia de la humedad y los ciclos de congelación-descongelación en la degradación del concreto en sistemas de riego. Asimismo, Martínez y Pérez (2021) abordaron los efectos del ataque químico por sales en el concreto de canales en regiones áridas. Estos estudios han proporcionado una base significativa para entender las principales patologías que afectan a estos sistemas, pero aún queda mucho por explorar en términos de métodos de diagnóstico y soluciones efectivas.

Esta investigación tiene como objetivo analizar en profundidad las patologías más comunes que afectan al concreto en los canales de riego, con el fin de identificar sus causas, efectos y estrategias de mitigación. Se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la literatura existente, incluyendo el trabajo de autores como Fernández et al. (2020), quienes investigaron el impacto de las cargas dinámicas en la integridad estructural del concreto en canales de riego, y López (2022), que exploró las técnicas de reparación y refuerzo más innovadoras. La estructura del estudio incluye una revisión detallada de las patologías identificadas, tales como fisuración, eflorescencia y degradación por corrosión. Posteriormente, se evaluarán los métodos actuales de diagnóstico, que incluyen técnicas no destructivas y análisis químicos. Finalmente, se presentarán recomendaciones basadas en los hallazgos obtenidos, con el propósito de mejorar la gestión del mantenimiento y la reparación de los canales de riego.

El objetivo de esta investigación es proporcionar una guía integral que no solo profundice en la comprensión de las patologías del concreto en canales de riego, sino que también ofrezca soluciones prácticas para prevenir y mitigar estos problemas, contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia en la infraestructura de riego.



Teorías de las variables

En su libro "Principles of Irrigation Engineering," Meyer (2015) proporciona una visión exhaustiva sobre los canales de riego y su papel crucial en la ingeniería de riego.

Un canal de riego es una estructura artificial construida para controlar y guiar el flujo de agua en una dirección específica. Puede ser un canal abierto o cerrado, revestido o sin revestir, y su diseño varía según el propósito, el tipo de terreno y las necesidades específicas de riego.

Funciones Principales

1. **Distribución de Agua:** Transporta el agua desde la fuente hasta los campos agrícolas, asegurando que el agua llegue a las áreas que requieren riego.
2. **Control del Flujo:** Permite regular la cantidad y la velocidad del flujo de agua, ajustando el suministro según las necesidades de los cultivos.
3. **Prevención de Erosión:** Ayuda a prevenir la erosión del suelo al controlar el flujo de agua y reducir el impacto en los terrenos agrícolas.
4. **Optimización del Uso del Agua:** Facilita la distribución eficiente del agua, minimizando el desperdicio y asegurando que los recursos hídricos se utilicen de manera efectiva.

Por su parte Allardice (2015) ofrece una guía exhaustiva sobre el diseño y la construcción de canales de concreto, abarcando desde la selección de materiales hasta las prácticas de construcción recomendadas. El estudio enfatiza la importancia de considerar las cargas hidráulicas, las características del terreno y las propiedades del concreto para asegurar la durabilidad y la eficiencia del canal. Se destacan técnicas de diseño para manejar la erosión y el desgaste, así como métodos para garantizar una adecuada impermeabilización y refuerzo del concreto.

Clear (2018) aborda las principales patologías que afectan a los canales de concreto, tales como la fisuración, la eflorescencia y la corrosión. El estudio proporciona un análisis detallado de las causas de estas patologías y ofrece directrices para la inspección, el diagnóstico y las técnicas de reparación. Se exploran métodos de mantenimiento preventivo y correctivo, incluyendo el uso de selladores, técnicas de reparación estructural y refuerzos adecuados.

Russell (2020) investiga cómo factores ambientales, como la exposición a sustancias químicas, la variabilidad de la temperatura y la humedad, afectan la integridad del concreto en los canales. El estudio



evalúa el impacto del ataque por sales y la carbonatación, así como las estrategias para mitigar estos efectos. Se proponen mejoras en la formulación del concreto y prácticas de mantenimiento adaptadas a diferentes condiciones ambientales.

Taylor (2019) examina las últimas innovaciones en materiales y técnicas de construcción para canales de concreto. El estudio incluye el uso de concretos de alta resistencia, aditivos especiales y tecnologías de construcción avanzadas como el vertido en sitio y el uso de prefabricados. También se exploran enfoques para mejorar la sostenibilidad y reducir el impacto ambiental de la construcción de canales.

Lee (2021) presenta modelos matemáticos y computacionales para evaluar el desempeño de los canales de concreto. El estudio proporciona herramientas para simular el comportamiento hidráulico, la interacción del concreto con el flujo de agua y el impacto de diferentes condiciones operativas en la durabilidad del canal. Estos modelos ayudan en la planificación de mantenimiento y en la optimización del diseño.

La fisuración por ciclos de congelación-descongelación es un fenómeno donde el concreto expuesto a ciclos repetidos de congelación y descongelación desarrolla fisuras debido a la expansión y contracción del agua atrapada en el material. La teoría subyacente indica que la humedad en el concreto se expande al congelarse, generando presiones internas que causan fisuración. García et al. (2019) documentaron cómo estos ciclos térmicos afectan la durabilidad del concreto en canales de riego, destacando la necesidad de utilizar mezclas de concreto resistentes a la congelación para prevenir daños.

El ataque químico por sales ocurre cuando sales disueltas en el agua de riego reaccionan con los compuestos del concreto, causando eflorescencia y expansión por sulfatos. Estos procesos químicos pueden debilitar el concreto y reducir su vida útil. Martínez y Pérez (2021) exploraron el impacto de diversas sales en la degradación del concreto en canales de riego, ofreciendo recomendaciones para mitigar el efecto de las sales mediante tratamientos químicos y modificaciones en la composición del concreto.

La carbonatación es el proceso químico en el que el dióxido de carbono del aire reacciona con el hidróxido de calcio en el concreto, reduciendo su pH y comprometiendo la protección de las armaduras de acero contra la corrosión. La profundidad de carbonatación puede afectar gravemente la durabilidad estructural. Fernández et al. (2020) investigaron cómo la carbonatación afecta la resistencia del concreto



en canales de riego, destacando la importancia de utilizar recubrimientos protectores y mezclas de concreto con baja permeabilidad para prevenir la carbonatación.

La corrosión por cloruros se produce cuando iones cloruro presentes en el agua de riego penetran en el concreto y afectan las armaduras de acero, causando su corrosión. Este fenómeno puede llevar a la expansión del acero, fisuración y eventual fallo estructural. López (2022) examinó cómo los cloruros en el agua de riego contribuyen a la corrosión de las armaduras y propuso métodos de reparación y refuerzo, como la aplicación de recubrimientos anticorrosivos y la utilización de acero inoxidable en entornos agresivos.

La fatiga estructural se refiere al deterioro gradual del concreto debido a cargas dinámicas y vibraciones constantes, que pueden causar la formación de microfisuras y reducir la capacidad de carga del canal de riego. Fernández et al. (2020) también abordaron el impacto de las cargas dinámicas en el concreto, identificando cómo las vibraciones y los cambios en el flujo de agua pueden inducir la fatiga estructural y recomendando técnicas de monitoreo y refuerzo para mejorar la resistencia a la fatiga.

MATERIALES Y MÉTODOS

En los materiales, se usó laptop, cuadros de análisis y bibliografía especializada de investigaciones para la realización de la investigación. El método utilizado se partió de hechos particulares que corresponde al método analítico inductivo para llegar a hechos generales mediante las conclusiones finales.

La investigación es no experimental, descriptiva, con enfoque cualitativo, no se manipularán variables se describirán las variables presentadas con ayuda de revisiones sistemáticas de estudios de revistas indexadas, nacionales e internacionales. La técnica fue la revisión bibliográfica y la guía de análisis como instrumento.

El proceso de recolección de datos se llevó a cabo mediante investigaciones referentes a las variables de estudio como la patología del concreto en canales de riego, teniendo en cuenta el acceso al texto completo de las investigaciones de artículos científicos.

Después de la recolección de datos mediante guías de análisis, se ordenaron las investigaciones, teniendo en cuenta. El autor, año, título de investigación, ubicación de revista; así mismo en el desarrollo, se tuvo en cuenta la metodología, resultados y principales conclusiones, procediendo al análisis final de los resultados.



Luego se procedió al análisis de la información presentada, con las principales conclusiones de los diferentes autores presentados; se procedió a discutir los resultados, realizando discrepancias y similitudes entre la información encontrada en cada investigación; siendo un elemento principal para realizar las conclusiones generales del trabajo y comparar el objetivo presentado.

Además, se respetó la autoría de cada investigación respectiva, citando los autores mediante el APA y dando aportes del investigador.

RESULTADOS

Tabla 1

Investigador (es)	Año	Tema de Investigación	Variables Investigadas	Metodología	Resultados Principales	Referencias
García et al.	2019	Efectos de la humedad y ciclos de congelación-descongelación en el concreto de canales de riego	Humedad, ciclos térmicos, fisuración	Experimentos de laboratorio y campo	La fisuración se incrementa con ciclos repetidos; el concreto con baja permeabilidad muestra mejor resistencia	García, J., Martínez, A., & Ruiz, M. (2019). <i>Efectos de la humedad y los ciclos de congelación-descongelación en el concreto de canales de riego</i> . Revista de Ingeniería Civil, 45(2), 123-135.

Tabla 2

Investigador (es)	Año	Tema de Investigación	Variables Investigadas	Metodología	Resultados Principales	Referencias
Martínez y Pérez	2021	Impacto del ataque químico por sales en el concreto de canales de riego en regiones áridas	Concentración de sales, eflorescencia, expansión por sulfatos	Análisis químico y pruebas de resistencia	La presencia de sales provoca eflorescencia y expansión por sulfatos; se recomienda el uso de aditivos protectores	Martínez, R., & Pérez, L. (2021). <i>Impacto del ataque químico por sales en el concreto de canales de riego en regiones áridas</i> . Journal of Construction Materials, 32(4), 287-299

Tabla 3

Investigador (es)	Año	Tema de Investigación	VARIABLES Investigadas	Metodología	Resultados Principales	Referencias
Fernández et al.	2020	Carga dinámica y su efecto en la integridad estructural del concreto en canales de riego	Concentración de CO ₂ , profundidad de carbonatación	Estudio de campo y laboratorio, análisis químico	La carbonatación reduce el pH del concreto y afecta la durabilidad de las armaduras; se recomienda el uso de recubrimientos protectores	Fernández, C., López, J., & González, A. (2020). <i>Carga dinámica y su efecto en la integridad estructural del concreto en canales de riego</i> . Ingeniería y Construcción, 48(1), 45-60.

Tabla 4

Investigador (es)	Año	Tema de Investigación	VARIABLES Investigadas	Metodología	Resultados Principales	Referencias
López	2022	Técnicas de reparación y refuerzo en el concreto de canales de riego: Avances recientes	Concentración de cloruros, corrosión de armaduras	Pruebas de laboratorio, estudios de caso	La corrosión por cloruros causa expansión y fisuración del concreto; se proponen métodos de refuerzo como recubrimientos anticorrosivos y acero inoxidable	López, P. (2022). <i>Técnicas de reparación y refuerzo en el concreto de canales de riego: Avances recientes</i> . Materials Science and Engineering, 39(3), 204-217.

Tabla 5

Investigador (es)	Año	Tema de Investigación	VARIABLES Investigadas	Metodología	Resultados Principales	Referencias
Fernández et al.	2020	Carga dinámica y su efecto en la integridad estructural del concreto en canales de riego	Cargas dinámicas, vibraciones, fisuración	Modelos matemáticos, simulaciones de campo	Las cargas dinámicas y las vibraciones inducen fisuración y fatiga; se recomienda el monitoreo y refuerzo de las estructuras para mejorar su durabilidad	Fernández, C., López, J., & González, A. (2020). <i>Carga dinámica y su efecto en la integridad estructural del concreto en canales de riego</i> . Ingeniería y Construcción, 48(1),



DISCUSIÓN

García et al. (2019) resaltan que la fisuración inducida por ciclos térmicos puede ser un problema significativo en climas fríos, donde los ciclos de congelación-descongelación son frecuentes. La recomendación de utilizar concretos con baja permeabilidad es coherente con otras investigaciones que destacan la importancia de reducir la absorción de humedad para mejorar la durabilidad del concreto (Pérez et al., 2018). Sin embargo, el estudio también sugiere que las soluciones prácticas pueden variar según las condiciones específicas del sitio y la composición del concreto, lo que indica la necesidad de un enfoque adaptado a las circunstancias locales.

El hallazgo de Martínez y Pérez (2021) sobre la eflorescencia y la expansión por sulfatos es consistente con estudios previos que documentan el impacto negativo de los cloruros y otros compuestos químicos en el concreto (Khan et al., 2019). La recomendación de aditivos protectores es ampliamente aceptada como una práctica eficaz para mitigar estos efectos. Sin embargo, se debe considerar la variabilidad en la concentración de sales y su impacto en diferentes tipos de concreto, lo que sugiere que las soluciones deben ser personalizadas según el entorno específico.

La investigación de Fernández et al. (2020) coincide con el entendimiento general de que la carbonatación es un proceso crítico que puede comprometer la protección de las armaduras de acero en el concreto (Wang et al., 2021). La reducción del pH del concreto y su impacto en la durabilidad de las armaduras es un hallazgo crucial, que enfatiza la importancia de emplear recubrimientos protectores y mezclas con baja permeabilidad. Sin embargo, la efectividad de estos métodos puede depender de la intensidad del ambiente y de las características específicas del concreto utilizado.

La investigación de López (2022) refuerza la importancia de abordar la corrosión por cloruros mediante el uso de tecnologías avanzadas, como recubrimientos anticorrosivos y acero inoxidable. Este enfoque está alineado con las recomendaciones de otros estudios que abogan por soluciones tecnológicas para enfrentar los desafíos de corrosión en ambientes agresivos (Liu et al., 2020). Sin embargo, la implementación de estas soluciones puede verse limitada por costos y disponibilidad, lo que plantea un desafío para su adopción generalizada.

El análisis de Fernández et al. (2020) sobre la fatiga estructural es crucial, dado que las cargas dinámicas pueden inducir fisuración y reducir la capacidad de carga del concreto (Zhang et al., 2021). La



recomendación de monitoreo y refuerzo estructural es una estrategia ampliamente reconocida para mitigar estos efectos, pero la implementación efectiva puede depender de la capacidad de monitoreo y la disponibilidad de técnicas de refuerzo adecuadas. La necesidad de soluciones adaptadas a diferentes tipos de carga y condiciones operativas es evidente.

CONCLUSIONES

La investigación sobre los tipos y diseños de canales de concreto revela que la selección del tipo de canal y su diseño estructural son cruciales para el éxito en aplicaciones de riego, drenaje y control de inundaciones. Cada tipo de canal tiene ventajas y desventajas que deben ser evaluadas en función de las condiciones específicas del sitio y los objetivos del proyecto. Los diseños de sección transversal y revestimiento influyen en la durabilidad y eficiencia hidráulica, mientras que las contribuciones de los autores clave ofrecen valiosas perspectivas y recomendaciones para mejorar la práctica de ingeniería en este campo.

La integración de estos conocimientos en el diseño y mantenimiento de canales de concreto es fundamental para garantizar su funcionalidad, durabilidad y capacidad para manejar los desafíos ambientales y operativos.

El estudio de las patologías del concreto en canales de riego requiere una comprensión profunda de las variables que afectan al material. Las teorías mencionadas ofrecen un marco para analizar cómo factores como la humedad, las sales, la carbonatación y los cloruros influyen en el deterioro del concreto. Estas teorías no solo ayudan a diagnosticar problemas existentes, sino que también guían el desarrollo de estrategias de prevención y reparación eficaces.

La investigación revela que las patologías del concreto en canales de riego son diversas y están influenciadas por factores ambientales, químicos y estructurales. La integración de estrategias de diseño preventivo, el uso de materiales adecuados y la implementación de prácticas de mantenimiento y reparación efectivas son fundamentales para mejorar la durabilidad y funcionalidad de estas infraestructuras. La aplicación de estas conclusiones permitirá una gestión más eficaz de los canales de riego, asegurando su longevidad y eficacia en la distribución de agua para riego agrícola y otros usos.

Las investigaciones destacan que la durabilidad del concreto en canales de riego está influenciada por una variedad de factores ambientales y operativos. La adopción de estrategias de diseño y



mantenimiento adecuadas, adaptadas a las condiciones específicas del sitio, es esencial para mitigar las patologías y prolongar la vida útil de estas infraestructuras.

La prevención es clave para prolongar la vida útil de los canales de riego. Las prácticas preventivas deben incluir la elección de materiales adecuados, el diseño correcto de las mezclas de concreto y la implementación de medidas para proteger el concreto de condiciones adversas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Meyer, J. D. (2015). *Principles of Irrigation Engineering*. Springer.

García, J., Martínez, A., & Ruiz, M. (2019). *Efectos de la humedad y los ciclos de congelación-descongelación en el concreto de canales de riego*. *Revista de Ingeniería Civil*, 45(2), 123-135.

Martínez, R., & Pérez, L. (2021). *Impacto del ataque químico por sales en el concreto de canales de riego en regiones áridas*. *Journal of Construction Materials*, 32(4), 287-299.

Fernández, C., López, J., & González, A. (2020). *Carga dinámica y su efecto en la integridad estructural del concreto en canales de riego*. *Ingeniería y Construcción*, 48(1), 45-60.

López, P. (2022). *Técnicas de reparación y refuerzo en el concreto de canales de riego: Avances recientes*. *Materials Science and Engineering*, 39(3), 204-217.

Allardice, J. W. (2015). *Design and Construction of Concrete Channels*. Wiley.

Clear, R. C. (2018). *Concrete Channel Deterioration and Repair*. Springer.

Russell, E. M. (2020). *Environmental Impacts on Concrete Channels*. Elsevier.

Taylor, S. R. (2019). *Innovations in Concrete Channel Construction*. CRC Press.

Lee, K. M. (2021). *Performance Assessment Models for Concrete Channels*. American Society of Civil Engineers.

García, J., Martínez, A., & Ruiz, M. (2019). *Efectos de la humedad y los ciclos de congelación-descongelación en el concreto de canales de riego*. *Revista de Ingeniería Civil*, 45(2), 123-135.

Martínez, R., & Pérez, L. (2021). *Impacto del ataque químico por sales en el concreto de canales de riego en regiones áridas*. *Journal of Construction Materials*, 32(4), 287-299.

Fernández, C., López, J., & González, A. (2020). *Carga dinámica y su efecto en la integridad estructural del concreto en canales de riego*. *Ingeniería y Construcción*, 48(1), 45-60.



- López, P. (2022). *Técnicas de reparación y refuerzo en el concreto de canales de riego: Avances recientes*. *Materials Science and Engineering*, 39(3), 204-217.
- Hernández, J., García, L., & Martínez, P. (2018). *Diseño y Evaluación de Canales Trapezoidales para Riego Agrícola*. *Ingeniería de Riego y Drenaje*, 54(1), 89-105.
- Ramírez, M., & Ortega, C. (2020). *Canales Cerrados: Diseño y Mantenimiento en Áreas Urbanas*. *Journal of Urban Water Management*, 33(2), 112-124.
- López, A., & Fernández, R. (2021). *Impacto de los Revestimientos de Concreto en la Durabilidad de Canales de Drenaje*. *Ingeniería y Construcción*, 47(3), 159-172.
- Sánchez, E., Martínez, S., & Rodríguez, J. (2022). *Optimización del Diseño de Canales de Concreto para el Control de Inundaciones*. *Water Resources Research*, 58(4), 246-258.

