



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**MODALIDAD COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO
DE**

INGENIERO CIVIL

CASO DE ESTUDIO

**RESINA EPÓXICA PARA CUBRIMIENTO DE FISURAS EN LOSAS DE
CONCRETO**

AUTOR

JORDY LENNY VERDESOTO SANCHEZ

GUAYAQUIL

2024

CERTIFICADO DE SIMILITUD

2 TURNITIN__VERDESOTO_SANCHEZ_JORDY (1).pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----|--|------|
| 1 | mx.laticrete.com Fuente de Internet | 1 % |
| 2 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1 % |
| 3 | catalonica.bnc.cat Fuente de Internet | <1 % |
| 4 | www.plataformaarquitectura.cl Fuente de Internet | <1 % |
| 5 | mordorintelligence.com Fuente de Internet | <1 % |
| 6 | rua.ua.es Fuente de Internet | <1 % |
| 7 | de.slideshare.net Fuente de Internet | <1 % |
| 8 | www.siderar.com Fuente de Internet | <1 % |
| 9 | Juan Cosa Martínez. "Utilización de mezclas de residuos para la obtención de cementos de activación alcalina: aplicación en morteros y suelos estabilizados", Universitat Politècnica de València, 2022 Publicación | <1 % |
| 10 | archive.org Fuente de Internet | <1 % |
| 11 | worldwidescience.org Fuente de Internet | <1 % |
| 12 | www.parlamento-navarra.es Fuente de Internet | <1 % |

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

ÍNDICE
ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|-------------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. ANÁLISIS | 4 |
| III. PROPUESTA | 6 |
| | |
| 3.1. APLICACIÓN DE RESINA EPOXICA EN MORTERO DEM ALBAÑILERÍA Y HORMIGÓN | 6 |
| | |
| FIGURA 1 MODELO SIMPLIFICADO DE FORMACIÓN DE COMATRIZ DE MORTERO DE POLÍMERO . | 6 |
| | |
| 3.2. MORTERO DE MAMPOSTERÍA A BASE DE RESINA EPOXICA | 7 |
| | |
| FIGURA 2 DEFECTOS EN LA LOSA DEL TECHO POR EL USO DEL COMPONENTE POLIMÉRICO..... | 9 |
| | |
| FIGURA 3 TECHO DE LA MEZQUITA CENTRAL SUST | 9 |
| | |
| IV. CONCLUSIÓN | 11 |
| V. BIBLIOGRAFIA | 15 |

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de los materiales de construcción, el hormigón de cemento convencional es simplemente una mezcla de agregados finos y agua debido a su falta de agregados gruesos. Mientras el primero tiene buena capacidad de endurecimiento y adherencia y se utiliza principalmente en obras de albañilería, el segundo es considerado el material de construcción más utilizado en el mundo por su alto valor de resistencia y su fácil aplicación, sin olvidar sus implicaciones de bajo costo. La razón por la que ambos son altamente porosos (cuyos poros o huecos se forman por la evaporación del exceso de agua durante la composición) es su susceptibilidad a condiciones ambientales agresivas (agua húmeda y salina, ambiente ácido y expansión/contracción debido a variaciones de temperatura).

Los entornos agresivos provocan una degradación temprana de las propiedades mecánicas, físicas y de permeabilidad cuando los materiales se colocan allí. El papel de los polímeros en la tecnología moderna del hormigón ha ido aumentando y se utilizan como sustitutos del sistema cemento-agua. La introducción de resinas poliméricas en morteros y hormigones de albañilería comenzó a principios del siglo XX y desde entonces se han incorporado diferentes tipos de resinas con el objetivo de mejorar algunas propiedades básicas como la resistencia a la compresión, la adhesión, la impermeabilidad, la resistencia química y la durabilidad.

El texto empieza con definiciones acerca de los sistemas epóxicos: su constitución, clases y usos, de manera que el lector asista a la importancia de estos. Seguidamente se describe la manera en la que se implementa un sistema epóxico desde la planeación (los recursos necesarios, la valuación del espacio, etcétera) hasta la propia aplicación del sistema. Además, se hace alusión a las equivocaciones más frecuentes en los sistemas epóxicos y se dan consejos sobre la manera de evitarlas, además de mencionar la clase de mantenimiento que es necesario realizar al sistema para evitar que alguna de ellas se presente.

Finalmente, se ofrece una ayuda para la utilización y administración segura de los sistemas epóxicos, debido a que estos son productos que contienen sustancias que son capaces de causar daños a la salud.

La información mencionada se obtuvo de diferentes fuentes, como, por ejemplo, los manuales de uso de los productos y las hojas técnicas de los proveedores, los test de productos, las observaciones de cómo se utilizan en el ámbito y las experiencias de quienes las utilizan. Esta información se encuentra documentada de manera que un profesional con experiencia en el área de las aplicaciones industriales puede utilizarla como punto de referencia para personas que quieran empezar a desarrollarla, así como también para aquellas que tienen conocimientos sobre el área.

Este trabajo cubre toda la gama de características que constituyen el hormigón (físicas, morfológicas, mecánicas y químicas) que pueden verse alteradas mediante la introducción de resina epoxi. Los trabajos de autores anteriores han sido evaluados críticamente con respecto a sus estudios sobre el efecto de las resinas epoxi sobre las propiedades mecánicas de morteros y hormigones preparados además de informes experimentales, no sólo confirmando o refutando sino también explicando cuando sea necesario. Profundizamos en los motivos por los que es imposible que cualquier mejora en las propiedades mecánicas de los morteros y hormigones modificados con resina epoxi supere un determinado límite de concentración de epoxi.

Se ha demostrado que la aplicación de mortero modificado con resina epoxicaca en trabajos de reparación de losas de concreto es exclusivamente efectiva. Además, se ha demostrado que el recubrimiento epoxica sobre barras de refuerzo proporciona una adhesión exclusiva a la masa de cemento. Ante lo expuesto anteriormente, se plantea como objetivo general de este estudio proporcionar una guía para que las personas involucradas en la aplicación o supervisión de sistemas epóxicos en todo tipo de losas de concreto puedan realizar un trabajo mejor y más eficiente.

En cuanto a las causas comunes de las fisuras en las losas de concreto, los gradientes térmicos son uno de los efectos más visibles, ya que pueden provocar expansión o contracción del volumen. Además de ser causados por la dinámica ambiental, también se producen por reacciones químicas de hidratación del cemento durante el mezclado. (Leyva, 2023) La hidratación del cemento es una reacción exotérmica; por lo tanto, el calor liberado puede contribuir a la pérdida de agua, aunque el impacto térmico está localizado y las grietas pueden estabilizarse.

Cuando está recién mezclado, el hormigón tiene una consistencia plástica que se puede moldear sin agrietarse. (Ponce, 2020) Sin embargo, a medida que fragua el material pasa por una fase en la que se pierde agua por evaporación; esto sucede porque toda el agua agregada a la mezcla no se consume en la reacción de hidratación que ocurre entre el cemento y el agua. Por eso es frecuente que se produzcan grietas debido a la contracción por fraguado en superficies horizontales y expuestas de elementos estructurales recién vertidos. (Villavicencio, Carrillo, & Vallejo, 2023) La contracción por fraguado es un fenómeno fisicoquímico del hormigón.

Depende de:

- La cantidad de agua de amasado y la relación agua/cemento,
- La cantidad, finura y composición del cemento,
- La forma, textura, granulometría y composición de los áridos,
- La geometría de los elementos estructurales

Condiciones ambientales relacionadas con la humedad y la temperatura, que también se encuentran entre otros factores que contribuyen al endurecimiento de la contracción. Los gradientes térmicos producen algunos de los efectos más observables porque pueden provocar la expansión o contracción de volúmenes. (De La Cruz, 2023) Además de ser causados por la dinámica ambiental, también se generan por reacciones químicas de hidratación del cemento durante el vertido.

II. ANÁLISIS

El hormigón se forma mediante la unión de resina polimérica y cemento. Las dos formas en que se puede introducir la resina polimérica en el concreto como aglutinante son por separado o junto con el cemento. (Ponce, 2020) Se requiere agua en cantidad suficiente para la activación del cemento como aglutinante. La resina polimérica y el cemento utilizados al mismo tiempo como coaglutinantes para unir agregados gruesos y finos forman lo que se llama concreto de cemento polimérico (PCC), mientras que solo el agregado fino unido por resina y cemento forma el mortero de cemento polimérico (PCM).

Hormigón polimérico (PC) o mortero polimérico (PM) es el término utilizado para el hormigón que se une únicamente con resina polimérica. Se han realizado muchas investigaciones para evaluar el rendimiento del hormigón cuando se une con diferentes tipos de resinas y polímeros. Estos incluyen resina a base de furano, poliestireno, alcohol polifurfurílico, alcohol polivinílico, poliacrilato, resina de poliéster insaturado, así como algunos látex, polipropileno más nailon y muchos otros polímeros. (Ponce, 2020)

Algunas de las propiedades notables de la resina epoxi (alta resistencia, buena adhesión), tiempo de fraguado controlable y resistencia química más permeabilidad la convierten en uno de los temas favoritos de los investigadores, particularmente en el área de materiales de construcción. (De La Cruz, 2023) Diferentes investigadores han realizado muchos estudios sobre diferentes aspectos de los hormigones a base de resina epoxi y se han comparado sus propiedades con las del hormigón de cemento Portland convencional.

Todas las superficies quedan perfectamente selladas con resina epoxi, protegiéndolas de los productos químicos y la abrasión. La combinación de hormigón y resina epoxi da como resultado superficies muy duras y de gran durabilidad, como lo cita. (Medina Ramírez, 2024)

La resina epoxi es un sellador ideal para superficies de concreto porque forma uniones extremadamente fuertes con el material de concreto. Una superficie recubierta con resina epoxi tendrá una apariencia brillante y será resistente a los pasos y rayones, además de tener propiedades de resistencia química. La limpieza de una superficie de este tipo sólo requiere limpiadores comerciales estándar que se pueden realizar fácilmente manteniendo su brillo y resistencia.

La resina epoxi es reconocida por sus propiedades mecánicas superiores y su estabilidad térmica, lo que la hace ampliamente utilizada en diversas aplicaciones. Normalmente, los compuestos funcionales amina o compuestos funcionales carboxílicos actúan como agentes reticulantes (endurecedores) para la resina epoxi y, tras las reacciones de curado, se transforman en estructuras reticuladas tridimensionales sólidas e infusibles. (Cifuentes & Álvarez, 2022) La excelencia de la resina epoxi sobre otros polímeros en la composición de morteros de mampostería y concreto radica en la capacidad de formar estructuras tridimensionales mediante reacciones de reticulación; a diferencia de otros polímeros utilizados en composiciones de mortero y hormigón que solo pueden formar estructuras lineales o bidimensionales.

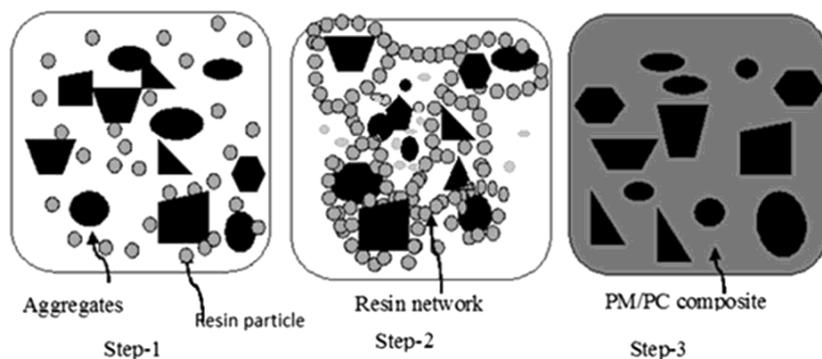
Los sistemas epoxi, sin embargo, encuentran un amplio uso en la industria de la construcción, especialmente para cubrir losas de piedra caliza donde se necesita una alta resistencia física y química. (Leyva, 2023) La importancia del trabajo radica en que la aplicación de sistemas epóxicos aún es nueva en el Ecuador; por lo tanto, hay poca información disponible. Muchas veces los propios proveedores de productos no pueden asesorar con precisión sobre cómo aplicarlos y la solución a determinadas dificultades porque por falta de información, como la naturaleza de sus productos o el sector, los clientes prefieren no revelarla, por implicaciones de confidencialidad. Se consideran alto riesgo y baja demanda a pesar de ser soluciones muy beneficiosas si se usan correctamente, por ejemplo, con la colocación de escamas sobre una capa de concreto que ya tiene epoxi.

III. PROPUESTA

3.1. APLICACIÓN DE RESINA EPOXICA EN MORTERO DE ALBAÑILERÍA Y HORMIGÓN.

La resina epoxi unida posee propiedades mecánicas y estabilidad térmica de primer nivel, por lo que encuentra aplicaciones en todas partes. (Becker & Varley, 2002) Normalmente, los compuestos funcionales amina o compuestos funcionales carboxílicos sirven como agentes reticulantes para resinas epoxi en la mayoría de los casos. Las resinas epoxi se someten a reacciones de curado para transformarse en estructuras tridimensionales sólidas e infusibles. La preferencia de la resina epoxi sobre otros polímeros se puede utilizar en mampostería o mortero de hormigón debido a la formación de estructuras 3D mediante reacciones de reticulación, mientras que algunos otros polímeros pueden formar estructuras lineales o 2D.

Figura 1



Fuente: (Becker, 2002)

El primer paso implica la adición de partículas de resina epoxi al sistema inmediatamente después de mezclar. Parte de estas partículas de resina se adhiere a la superficie de los granos de agregado y participa en reacciones de reticulación más adelante en el segundo paso, mientras que otras partes forman una estructura de red curada, con los agregados uniéndose a esta estructura de red curada.

Luego, las redes de resina desarrollan formaciones de puentes entre los agregados dentro del compuesto de mortero polimérico/hormigón, lo que conduce a altas propiedades mecánicas e impermeables del PM/PC.

Por lo tanto, los materiales a base de resina epoxi suelen exhibir propiedades de resistencia mecánica y química más altas. Sin embargo, el rendimiento del PMC no se ve afectado por un único parámetro, sino que depende de múltiples aspectos: el tipo de materiales conglomerantes, cargas y sus dosis. Por el contrario, las propiedades que poseerá la resina epoxi curada dependen de si es del tipo DGEBA o DGEBF y de la concentración de la resina epoxi y el endurecedor, junto con la elección de los métodos de curado. Un aumento en la concentración del endurecedor puede conducir a una reducción del tiempo de fraguado (curado) y a un aumento de la densidad.

3.2. Mortero de mampostería a base de resina epoxica

En el caso del desarrollo de PCM, la resina epoxi y el cemento Portland se combinan como aglutinantes en la mezcla de mortero. (Rahman, 2019) Dado que la resina epoxi no se puede disolver en agua y, sin embargo, el agua es una necesidad primordial para que el cemento Portland se hidrate, esto plantea un desafío desde el principio para lograr una mezcla uniforme de la composición. A su vez, no se puede obtener una estructura integrada que entrelace ambas partículas del agregado en un solo sistema. (Fernández Ruis, 2018)

Cuando se trata de reparación estructural, el material de reparación estructural estándar común que se utiliza en este momento, que es el mortero de cemento Portland hecho con cemento Portland, tiene varias limitaciones que lo hacen no adecuado para muchas aplicaciones. Por ejemplo, los materiales a base de cemento Portland tienen una alta porosidad y no se adhieren bien a la estructura antigua. Se ha buscado activamente el desarrollo de materiales de reparación de alto rendimiento para superar estos problemas. La resina epoxi demuestra excelentes propiedades de adhesión al poder llenar espacios a nivel microestructural dentro del material, lo que contribuyó a reducir la porosidad. (Sim & Kang, 2020)

La reparación estructural se presenta como un interesante caso de estudio. El material estándar utilizado para reparaciones estructurales, el mortero de cemento Portland elaborado con cemento Portland, tiene una serie de deficiencias que lo hacen inadecuado para muchas aplicaciones porque son muy porosos y no se adhieren bien a la estructura antigua. Se ha buscado activamente el desarrollo de materiales de reparación de alto rendimiento para superar estos problemas; La resina epoxi es un buen ejemplo ya que tiene muy buenas propiedades de adhesión y puede llenar los huecos dentro de la microestructura del material, reduciendo la porosidad. (Sim & Kang, 2020)

La reparación estructural. El material convencional utilizado en la reparación estructural es el mortero de cemento Portland hecho de cemento Portland que tiene muchas deficiencias y no es adecuado para muchas aplicaciones. Por ejemplo, los materiales a base de cemento Portland tienen una alta porosidad y una mala adherencia a la estructura antigua. Se ha buscado activamente el desarrollo de materiales de reparación de alto rendimiento para superar los problemas antes mencionados: la resina epoxi tiene muy buenas propiedades de adhesión que pueden llenar los huecos dentro de la microestructura del material: por lo tanto, reduce la porosidad. (Sim & Kang, 2020)

Las muestras de CM y PCM, que contienen cemento Portland, se ven afectadas por el ataque ácido y su resistencia al ambiente de corrosión difiere: PCM demuestra una resistencia ligeramente mejor en comparación con el mortero de cemento Portland. Por otro lado, después de sumergirse durante 200 días en un ambiente ácido más medio de salmuera, la muestra de PM con 14% en peso de resina epoxi mostró muy buena estabilidad incluso más tarde.

Cuando se trata de reparación estructural, el material estándar que se utiliza actualmente, el mortero de cemento Portland elaborado con cemento Portland, presenta varias deficiencias que lo hacen inadecuado para numerosas aplicaciones, entre las que se incluyen su alta porosidad y su escasa adherencia a la antigua estructura.

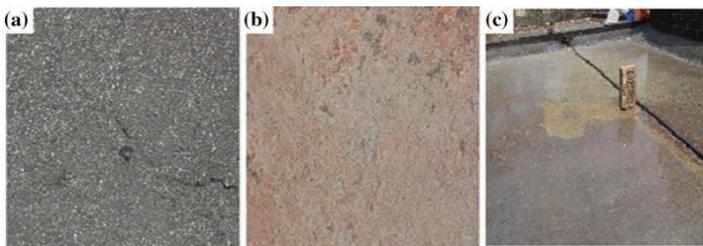
Se ha buscado activamente el desarrollo de materiales de reparación de alto rendimiento para superar esos problemas. La resina epoxi, que tiene muy buenas propiedades de adhesión, puede llenar los huecos dentro de la microestructura del material (lo que contribuye a reducir la porosidad) y esta información se extrajo de un trabajo de los autores antes mencionados.

Figura 2



Fuente: (Sim, 2020)

Figura 3



Fuente: (Kang, 2020)

En los materiales de reparación epóxicos, el tiempo de fraguado se puede lograr variando el tipo y la concentración de resina y endurecedor. Tiene buenas propiedades de adhesión a estructuras antiguas. (Mhaske, 2018) Esto hace que los materiales de reparación epoxi sean muy prometedores para su uso en reparaciones y mantenimiento de estructuras civiles. Se ha explorado un nuevo tipo de hormigón polimérico con caucho de silicona líquido o polvo de neumáticos de desecho para reparar vías. (Daghao, 2021)

El caso 1 son las microfisuras que se encontraron en la losa del techo de un edificio residencial (Fig. 2). Cifra2 impregna las grietas con resina epoxi y una composición endurecedora; Tras la aplicación de la composición de resina, se produce en breve una reacción de reticulación que crea una estructura de red 3D que une las superficies antiguas debido a la alta propiedad de adhesión entre la resina epoxi y la superficie de hormigón antigua (Fig. 1). La observación posterior a la aplicación revela que las grietas se unen con una red de resina epoxi, formada como parte del mecanismo preventivo contra un mayor deterioro o penetración de agua para restaurar la integridad de la estructura representada al prevenir cualquier falla por deslizamiento por corte, y también limitando la posible entrada de humedad del entorno circundante (Fig. 2) como un acto hacia la ingeniería sostenible.

En el segundo caso, se descubrió que había numerosas microfisuras, así como algunas grietas importantes, en la losa del techo de la mezquita principal ubicada en el campus de SUST, y que existía una red de conexiones entre ellas. Después de limpiar las grietas principales alrededor de sus superficies, se usó mortero de polímero epoxi para rellenar estas grietas principales, mientras que se impregnó en esas microfisuras resina epoxi mezclada con porciones apropiadas de mezclas endurecedoras.

Para los materiales de reparación epoxi, la forma de lograr el tiempo de fraguado es variando el tipo y la concentración de resina y endurecedor porque tiene buenas propiedades de adhesión a estructuras antiguas. (Mhaske, 2018) Esto significa que los materiales de reparación epóxicos han demostrado un potencial sustancial para su uso en la reparación y el mantenimiento de estructuras civiles, como lo demuestra un nuevo tipo de hormigón polimérico con caucho de silicona de tipo líquido o polvo de neumáticos de desecho explorado para reparar vías. (Daghao, 2021)

IV. CONCLUSIONES

El uso de polímeros en materiales de construcción es una tendencia al alza a nivel mundial todos los días. Y la resina epoxi es un actor estrella en el ámbito del desarrollo de materiales de construcción de alto rendimiento. El mortero y el hormigón para mampostería a base de resina epoxi se destacan entre la multitud y son muy prometedores porque exhiben características interesantes, sin mencionar propiedades y aplicaciones exóticas.

De hecho, los materiales a base de resina epoxi tienen el potencial de superar muchos inconvenientes inherentes a los materiales convencionales a base de cemento Portland, lo que es un buen augurio para las innumerables demandas que se ciernen sobre las construcciones presentes y futuras. (Ozgul & Ozkul, 2018) Si se encuentran estructuras de ingeniería civil en ambientes corrosivos o lugares difíciles de reparar, o que experimentan cargas cíclicas o dinámicas, entonces tome nota: hay mucho que ganar al usar mortero y concreto a base de resina epoxi.

La resina epoxi es muy prometedora para reparar estructuras envejecidas. En el caso de la reparación de edificios antiguos, el cemento Portland convencional y muchos polímeros tampoco pueden considerarse materiales aglutinantes, ya que tienen menos adherencia y un tiempo de fraguado más largo. Por otro lado, el epoxi tiene una alta adherencia y el tiempo de fraguado de los morteros y hormigones a base de resina epoxi se puede adaptar variando la naturaleza y concentración del endurecedor en la composición. (Natarajan, 2019) Por lo tanto, el mortero de mampostería a base de resina epoxi podría ser un candidato exitoso para reparar edificios civiles y otras superficies de concreto.

Específicamente para estructuras de ingeniería civil que enfrentan diversos ambientes hostiles como lluvia ácida o agua de mar, durante su período operativo. Se requiere un hormigón polimérico con mayor resistencia química, lo que eleva la probabilidad de considerar el hormigón polimérico a base de resina epoxi. De nuestra charla sobre la literatura y los datos mismos, se pueden hacer las siguientes deducciones:

Los morteros y hormigones a base de resinas epoxi se destacan por tener las mejores propiedades de resistencia mecánica, física, morfológica y química; pero nada bueno viene sin sus desventajas. El principal inconveniente del hormigón y el mortero a base de resina epoxi es el costo: se dispara muy por encima del hormigón/mortero de cemento Portland tradicional. Si bien la resina epoxi es un poco más cara que un aglutinante de cemento normal, su durabilidad por sí sola hace que valga cada centavo: por no hablar de todos los demás requisitos de bajo mantenimiento debido a sus propiedades mejoradas. Sin embargo, hay escenarios en los que el costo no tiene valor: los ingenieros tienen que recurrir a hormigones y morteros no convencionales, ya sea para la reparación de una estructura patrimonial, la pista de un aeropuerto o una planta química.

El siguiente estudio ofrece una comprensión del hormigón/mortero modificado con polímeros a base de resina epoxi como un material factible para la construcción de estructuras de protección, que son esenciales para resistir deformaciones en diferentes condiciones hostiles, como las sísmicas. La resina epoxi es un material versátil y se puede utilizar para muchos propósitos, incluida la reparación de edificios de ingeniería civil, el encapsulado de refuerzos, la impermeabilización contra la humedad o el revestimiento resistente a productos químicos. El campo del hormigón de alto rendimiento se dirige a aplicaciones industriales pesadas, con la demanda de alta resistencia en todos los frentes; incluidas medidas físicas como resistencia, propiedades de deformación y también resistencia química.

Además, se ha resumido el rendimiento anticorrosión del recubrimiento epoxi y se ha descubierto que el recubrimiento es muy eficaz para proteger la estructura de hormigón armado debido a su alta fuerza de adhesión y resistencia a la corrosión química. (Shao & Zhu, 2020) Sin embargo, la cuestión sigue siendo cómo garantizar un espesor uniforme del revestimiento en las barras de acero y una buena conectividad entre el revestimiento y el hormigón. El estudio revela que el hormigón/mortero modificado con polímeros a base de resina epoxi es un material de construcción factible con especial aplicabilidad en estructuras con fines de protección que necesitan ser capaces de resistir deformaciones ya sea en servicio o en condiciones sísmicas.

De los datos disponibles se observa que el uso de resina epoxi es muy versátil y, en muchos casos (pero no limitado a), se puede aplicar durante la etapa de reparación de edificios de ingeniería civil; también como recubrimiento sobre refuerzo, a prueba de humedad o resistente a productos químicos; luego se usa en el desarrollo de aplicaciones de concreto de alto rendimiento destinadas a uso en entornos industriales pesados donde se requieren alta resistencia, propiedades de deformación y resistencia química.

Especialmente para su uso en estructuras de ingeniería civil que entran en contacto con diversas condiciones ambientales hostiles a lo largo de su vida útil, como la lluvia ácida o el agua de mar, es vital contar con un hormigón polímero que sea más resistente a los químicos, de modo que se descarte totalmente cualquier posibilidad de tener alguna vez esta degradación inducida por el agua o la humedad atmosférica en la estructura. A partir de ahí, podremos mejorar las perspectivas del hormigón polimérico a base de resina epoxi. Las conclusiones que se pueden extraer no sólo se basan en la discusión de la literatura, sino que también provienen de los propios datos experimentales:

- Los resultados del experimento revelan que la capa de resina epoxi que se utiliza como base para las barras de refuerzo exhibe una excelente resistencia a la corrosión e impermeabilidad, y también bloquea el ataque de los iones de cloruro.
- El rendimiento del mortero y el hormigón a base de resina epoxi mostró amplias variaciones dependiendo de diferentes factores como la naturaleza y el tipo de resina epoxi y endurecedor, la dosis de los componentes, la concentración del endurecedor, la metodología de mezcla de la composición y la técnica de curado.
- Se ha desarrollado y probado con éxito en la práctica una fórmula para la reparación y el mantenimiento de edificios mediante el uso de una composición a base de resina epoxi.
- La modificación de la resina epoxi sobre mortero de mampostería y hormigón puede hacer que el material sea capaz de resistir diferentes ambientes agresivos.

Contiene más resina epoxi es una mayor resistencia química y propiedades de resistencia a los disolventes.

- Aunque la resina epoxi es costosa, tiene potencial: en ciertas aplicaciones especiales, donde los materiales tradicionales a base de cemento Portland son ineficaces.
- Los resultados del experimento demuestran que la capa a base de resina epoxi sobre el refuerzo de acero es muy eficaz para combatir la corrosión y también ofrece una buena impermeabilidad contra los iones de cloruro.

En conclusión, es indudable que la resina epoxi tiene un inmenso potencial en el ámbito de los materiales de construcción. Las características del hormigón polímero a base de epoxi están determinadas por la elección adecuada de la resina, el tipo de epoxi y endurecedor, así como de las cargas utilizadas en su composición de producción.

Cuando se trata de un recubrimiento eficaz de barras de refuerzo con epoxi, existe una gran posibilidad de realizar trabajos experimentales más detallados sobre la resistencia de la unión entre las barras de refuerzo recubiertas y el hormigón a diferentes temperaturas, ya que los cambios de temperatura hacen que las barras de refuerzo recubiertas se comporten de manera diferente con ellos.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becker, & Varley. (2002). Morfología, relajaciones térmicas y propiedades mecánicas de nanocompuestos de silicato en capas basados en resinas epoxi de alta funcionalidad. *Polímero (Gremio)*, 4365–4373.
- Cifuentes, J., & Álvarez, G. (2022). Propiedades mecánicas de los álabes de aerogeneradores de resina epóxica y nanocelulosa . *Revista Canalización del Conocimiento Científico*, 111-187.
- Daghao, K. (2021). Rendimiento anticorrosivo de nuevos recubrimientos de epoxiamina basados en tetrahidrato de fosfato de zinc como pigmento no tóxico para acero al carbono en Na. *Journal Construction* , 178-244.
- De La Cruz, A. (2023). Determinación del espesor ideal de baldosa de resina epóxica para acabados en paredes. *UCV*, 14-28.
- Elalaoui, O., & Ghorbel, E. (2018). Influencia de la adición de retardantes de llama en la durabilidad del hormigón polimérico a base de epoxi después de la exposición a temperaturas elevadas. *Materia de construcción 192*, 233–239.
- Ferdous, W. (2020). Diseño óptimo para hormigón de polímero epoxi basado en propiedades mecánicas y aspectos de durabilidad. . *Mater de construcción de construcción*, 117-229.
- Fernández Ruis, M. (2018). Reemplazo de resina epoxi y caucho de neumáticos molidos para cemento en concreto: comportamiento de compresión y propiedades de durabilidad. *Constr Build Mater 173*, 49–57.
- Ghassemi, P., & Toufigh, V. (2020). Durabilidad del polímero epoxi y el hormigón de cemento ordinario en ambientes agresivos. . *Construcción Construir Mater 234:11*, 78-87. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117887>
- Hayaty, M., & Honarkar, H. (2023). Comportamiento de curado del sistema de dicianidamida/resina epoxi utilizando diferentes aceleradores. *Irán Polym Journal*, 94-97. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s13726-013-0158-y>
- Leyva, C. (2023). Elaboración de modelos dentales didácticos en resina epóxica. *Revista ADM Órgano Oficial de la Asociación Dental Mexicana* , 18-23.
- Maherzi, & Ennahal. (2020). Estudio del mortero polimérico a base de sedimentos dragados y resina epoxi: Efecto de los sedimentos sobre el comportamiento

- del mortero polimérico. *Tecnología en polvo*, 68–98.
- Medina Ramírez, Y. (2024). Uso de resina epoxica y cemento hidratado como elementos adhesivos en la instalación de barras helicoidales validados con ensayo de Pull Out Test. *Researchgate*, 88-113.
- Mhaske, S. (2018). Recubrimiento anticorrosivo a base de epoxi desarrollado con poli(o-anisidina) modificada y producto despolimerizado de desechos de PET. *Irán Polym J.*, 114-247. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s13726-017-0589-yerence>
- Natarajan. (2019). Investigaciones experimentales sobre las propiedades del hormigón de cemento aglomerado con resina epoxi que contiene arena marina para su uso en aplicaciones de hormigón no reforzado. . *Materiales (Basilea)*.
- Ozgul, & Ozkul. (2018). Efectos de los tipos de epoxi, endurecedor y diluyente en las propiedades del estado endurecido de los morteros epoxi. . *Materia de construcción*, 360–370.
- Park, H., Kim, B., & Choi, M. (2018). Influencias de las estructuras moleculares de los agentes de curado en los mecanismos de deformación inelástica en polímeros epoxi altamente reticulados. . *Polímero (Gremio)*, 128–142.
- Ponce, L. (2020). Caracterización de un material compuesto a base de Resina Epóxica reforzado con fibra de cabuya comparado con la misma resina reforzado con fibra de caña de azúcar. *Redalyc*, 78-247.
- Rahman, M. (2019). Recubrimiento de resina epoxi que contiene yeso modificado con IBA para barras de refuerzo: rendimiento contra la corrosión y características de unión. . *Tecnología Int J Plast*, 44-89.
- Shao, & Zhu. (2020). Efecto de las partículas de caucho de desecho sobre el rendimiento mecánico y las propiedades de deformación del hormigón epoxi para reparación. . *Mater de construcción de construcción*, 241-248.
- Sheesley, E., & Willams, K. (2018). El efecto del calentamiento y el enfriamiento sobre la resistencia de la unión entre barras de refuerzo de acero y hormigón con y sin revestimiento epoxi. . *Materia de construcción de construcción 177*, 230–374.
- Sim, J., & Kang, Y. (2020). Preparación de compuestos de cenizas volantes/epóxidos y sus efectos sobre las propiedades mecánicas. . *Polímeros (Basilea)* , 1–12.

Toufigh, S. (2019). Comportamiento de vigas/pilotes de hormigón polimérico confinados con manguitos de CFRP. *Estructura Mech Adv Mater*, 333–340.

Obtenido de <https://doi.org/10.1080/15376494.2017.1387323>

Villavicencio, J., Carrillo, K., & Vallejo, L. (2023). Penetración de los Cementos Endodónticos Biocerámicos y de Resina Epóxica en los canales laterales. Revisión de Literatura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 181-197.

Wang, J. (2019). Evaluación del rendimiento mecánico y de durabilidad de superposiciones de hormigón de polímero epoxi modificado con caucho granulado. . *Construcción Construir Mater*, 119-217.