



FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA PATOLOGÍAS DE
CONCRETO EN LA I.E CARLOS MANUEL COX ROSSE.
UBICADO EN EL DISTRITO LA ESPERANZA - TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil

Autor:
Luis Miguel Zavaleta Leiva

Asesor:
Mg. Ing. Gonzalo Hugo Díaz García

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

| | | |
|---------------------------|----------------------------|-----------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | Sonia Rubio Herrera | 42984416 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|------------------------------|-----------------|
| Jurado 2 | Wiston Azañedo Medina | 41526075 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|---------------------------------|-----------------|
| Jurado 3 | Sheyla Cornejo Rodriguez | 41639360 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi familia, quienes son el motor principal de mi superación día a día. A mis padres; ya que supieron inculcar en mí, los valores necesarios para lograr convertirme en un ciudadano de bien y un profesional de éxito; a mi futura esposa la Administradora Rosa Cosme Rodríguez, por sus atenciones y dedicación en cada paso que he dado para el logro de este sueño que es obtener el título profesional.

De manera especial quiero dedicar la tesis a mi tío; el Dr. Yony Zavaleta Rodríguez, ya que, sin su ideal constante inculcado desde joven hacia mi persona, no habría tenido el privilegio de conocer esta hermosa carrera; y quien ahora, forma parte de los miles de desaparecidos producto de la pandemia.

AGRADECIMIENTO

A Dios, ya que sin su bendición nada hubiese podido ser factible; a los docentes de la carrera de Ingeniería Civil, quienes con su metodología de enseñanza han instruido mis conocimientos a lo largo de los años de estudio, para lograr ser un profesional capacitado. Agradezco de manera extensiva a todos y cada uno de los partícipes directos e indirectos en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

| Pág. | | |
|------|---|-----|
| | JURADO EVALUADOR | II |
| | DEDICATORIA | III |
| | AGRADECIMIENTO..... | IV |
| | TABLA DE CONTENIDOS..... | V |
| | ÍNDICE DE TABLAS | VI |
| | ÍNDICE DE FIGURAS..... | VII |
| | RESUMEN | 9 |
| | ABSTRACT | 10 |
| | CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 11 |
| | CAPÍTULO II. METODOLOGÍA..... | 38 |
| | CAPÍTULO III. RESULTADOS | 44 |
| | CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 71 |
| | REFERENCIAS | 77 |
| | ANEXOS | 82 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Nivel de severidad de patologías..... | 33 |
| Tabla 2: Infraestructura participante en la población | 39 |
| Tabla 3 Patología en aula 1. | 45 |
| Tabla 4 Patología en aula 2. | 46 |
| Tabla 5 Patología en aula 3. | 47 |
| Tabla 6 Patología en aula 4 | 48 |
| Tabla 7 Patología en aula 5 | 48 |
| Tabla 8 Patologías de aula 6..... | 50 |
| Tabla 9 Patologías de aula 7..... | 53 |
| Tabla 10 Patología en aula 8. | 56 |
| Tabla 11 Patología pabellón administrativo. | 57 |
| Tabla 12 Patología en muro perimetral | 58 |
| Tabla 13 Patología en servicios higiénicos..... | 60 |
| Tabla 14: Listado de patologías encontradas..... | 62 |
| Tabla 15: Cuantificación de patologías. | 64 |
| Tabla 16: Resumen de cuantificación de patologías..... | 66 |
| Tabla 17: Tratamiento para disgregaciones | 69 |
| Tabla 18: Tratamiento para ataque de sulfatos. | 70 |
| Tabla 19: Tratamiento para fisuración..... | 70 |
| Tabla 20: Tratamiento para deformaciones. | 71 |
| Tabla 21: Tratamiento para desprendimiento. | 71 |
| Tabla 22: Tratamiento para erosión. | 71 |
| Tabla 23: Tratamiento para infiltración. | 71 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Diferentes patologías que se deben corregir a fin de mantener su conservación..... | 13 |
| Figura 2. Patologías de concreto. | 27 |
| Figura 3. Vista aérea del colegio. | 44 |
| Figura 4. Pabellón 1, el mismo que tiene 5 aulas se aprecia la construcción basada en vigas y columnas, muros externos no tienen función estructural..... | 45 |
| Figura 5. Aula 02 Disgregaciones desgaste de tiempo..... | 46 |
| Figura 6. Aula 03 Disgregaciones desgaste de tiempo..... | 47 |
| Figura 7. Techo aligerado, diferente a los demás del aula 05..... | 49 |
| Figura 8. Tipo de fisuramiento. | 49 |
| Figura 9. Construcción sobre el pabellón 2..... | 50 |
| Figura 10. Desprendimientos por compresión. | 51 |
| Figura 11. Aula 06 y fisura por desplazamiento por sobre peso de segundo piso..... | 51 |
| Figura 12. Construcción de segundo piso precario. | 52 |
| Figura 13. Aula 07 Desprendimientos en aula 7. | 52 |
| Figura 14. Fisura de vereda y viga de amarre por desplazamiento de zócalo y columna. | 53 |
| Figura 15. Comparación de patología de compresión por segundo nivel (izquierda) y sin segundo nivel (derecha) | 54 |
| Figura 16. Estado de pabellón 3..... | 54 |
| Figura 17. Vista del pabellón 3 por la parte posterior..... | 55 |
| Figura 18. Patologías menores en el pabellón 3..... | 55 |
| Figura 19. Vista posterior del pabellón administrativo. | 57 |
| Figura 20. Fisuras por inadecuada conservación y protección ante la humedad y el ambiente. | 58 |
| Figura 21. Vista del muro perimetral..... | 59 |
| Figura 22 Falta de mantenimiento en muros perimetrales. | 60 |
| Figura 23. Uso inadecuado de las columnas del tanque elevado. | 61 |
| Figura 24. Erosión del concreto en columnas de servicios higiénicos..... | 61 |

| | |
|--|-----|
| Figura 25. Disgregaciones leves..... | 67 |
| Figura 26. Variedad de concentraciones de ataque de sulfatos. | 86 |
| Figura 27. Reparación de patología de ataque de sulfatos. | 89 |
| Figura 28. Esquema del deterioro provocado por la corrosión. | 95 |
| Figura 29. Factores que nos sirven para elegir el mejor procedimiento para la reparación de las fisuras..... | 97 |
| Figura 30. Colocación de las boquillas de inyección intercaladas - Conexión del equipo de inyección..... | 98 |
| Figura 31. Colocación de las boquillas en la superficie. | 99 |
| Figura 32. Colocación de las boquillas de inyección en la superficie del muro y conexión del equipo de inyección. | 100 |
| Figura 33. Método de deformación. | 102 |
| Figura 34. Primer paso despuntar los bordes de la columna de concreto..... | 104 |
| Figura 35. Segundo paso aplicar epóxico en la base del cimiento y en la zona de capitel..... | 104 |
| Figura 36. Ubicación de verticales en los vértices de la columna..... | 105 |
| Figura 37. Cuarto paso colocar los rigidizadores. | 105 |
| Figura 38. Vista en alzado de la columna..... | 106 |
| Figura 39. Vista en alzado de la columna con refuerzo por anillo perimetral. | 107 |
| Figura 40. Vista en alzado de la columna con reparación zonificada..... | 109 |
| Figura 41. Etapas de la técnica de muros. | 111 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo proponer la solución para corregir las patologías de concreto en la IE Carlos Manuel Cox Rosse. La Esperanza – Trujillo.

La metodología fue cuantitativa, de diseño propositivo, los resultados nos permiten concluir: Sobre el diagnóstico y clasificación de las patologías de concreto, se encontró que a pesar de sus 35 años de funcionamiento y falta de mantenimiento de estructuras estas, a excepción de los servicios higiénicos, presentan disgregaciones leves y medias; ataques de sulfatos en algunos pabellones y muros perimetrales, fisuraciones medias, severas y elevadas, pero reparables; deformaciones bajas, desplomes altos en sectores de los muros perimétricos, erosión media e infiltraciones de nivel bajo y alto.

La propuesta de solución para las patologías de concreto es viable, en particular los problemas de sulfatación, fisuración y desprendimiento; devolviendo la capacidad de diseño a la estructura, con excepción de los servicios higiénicos.

Palabras Clave: Patologías de concreto, Restauración de concreto armado, Instituciones educativas

ABSTRACT

The objective of this research was to propose the solution to correct concrete pathologies in the Carlos Manuel Cox Rosse IE. Hope – Trujillo.

The methodology was quantitative, with a purposeful design, the results allow us to conclude: On the diagnosis and classification of concrete pathologies, it was found that despite its 35 years of operation and lack of maintenance of these structures, with the exception of services hygienic, they present slight and medium disintegrations; sulfate attacks in some pavilions and perimeter walls, medium, severe and high cracks, but repairable; low deformations, high collapses in sectors of the perimeter walls, medium erosion and low and high level infiltrations.

The solution proposal for concrete pathologies is viable, in particular the problems of sulfation, cracking and detachment; returning the design capacity to the structure, with the exception of the toilets.

Keywords: Pathologies of concrete, Restoration of reinforced concrete, Educative institution

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

La infraestructura educativa peruana es afectada por el problema de antigüedad, hecha bajo estándares que ya han sido superados, diseñados para una capacidad de alumnado que ha sido ampliamente superado y por tanto sus infraestructuras sobrecargadas, sin programa de mantenimiento estructural. A nivel nacional su desgaste es tal que estudios señalan que el 50% deben ser demolidas por temas de seguridad Gestión (2018), la pobreza, la falta de presupuesto, las zonas marginales han hecho que muchas de estas estructuras estén en decadencia. Por otro lado, no se pueden reconstruir todos los colegios, pues se requieren nuevos para la expansión urbana y muchas comunidades rurales que no tienen y presentan déficit.

El presupuesto educativo para renovación y construcción del déficit de colegios, así como las ampliaciones, solo cubre el 1% de las necesidades. De acuerdo al Censo Educativo 2019, existen 1,768,758 niños y niñas matriculados con acceso al Servicio de Educación Inicial, de los cuales 91,755 se encuentran en el Ciclo I (0 a 2 años) y 1,677,003 en el Ciclo II (3 a 5 años), considerando servicios escolarizados y no escolarizados de gestión pública y privada. De los cuales se brindó el Servicio de Educación Inicial a través de 24,396 locales educativos públicos existiendo una brecha nacional de 92.32%. existe 3,667,092 niños y niñas matriculados con acceso al Servicio de Educación Primaria, de los cuales el estado contribuye con el servicio a través de 29,478 locales educativos públicos, con una brecha nacional de 96.07%. El mismo censo existen 2,588,822

matriculados en el servicio de Educación Secundaria, de los cuales el estado contribuye con el acceso al servicio a través de 9,476 locales educativos públicos, con una brecha de centros educativos de 91.53%, estos altos porcentajes es no solo por falta de locales, sino por la idoneidad de estos, en particular con los estándares actuales (MINEDU, 2020). Obviamente muchos colegios no pueden esperar a ser renovados y requieren mantenimiento en su infraestructura para estar operativos, ser seguros y sobre todo que sean un espacio inspirador para la comunidad educativa.

Las infraestructuras públicas como los colegios son hechas de concreto, acorde a sus especificaciones de la época para un determinado periodo de vida y crecimiento de servicio (incremento de la población de alumnos) y las condiciones ambientales que han sido desfavorables, la calidad de los materiales que era diferente a las actuales que son más resistentes a diferentes factores ambientales que afectan el concreto que es de lo que están hechos los colegios. Estas no necesariamente tienen que ser demolidas y reconstruidas pueden ser reparadas, ya que los avances en materiales lo permiten, y puede ser hecho con pequeños presupuestos (Villalta, 2018)

La Institución Educativa “Carlos Manuel Cox Rosse” está ubicado en el Sector Jerusalén del Distrito de La Esperanza; fue creado el 08 de agosto de 1986, por RDR N° 02385, teniendo la conducción de la DIDELL en ese entonces el profesor Juan Julio Luján Burgos. Fue construida e implementada por el Proyecto Internacional PERÚ-BIRF-II, en coordinación con el Instituto Nacional de Infraestructura Educativa (INIED). Fue inaugurado el 08 de agosto de 1986, su

construcción cumplió los estándares de la época, pero ya son 35 años de existencia, la población estudiantil se ha quintuplicado, y ha soportado periodos de penurias económicas donde su infraestructura fue seriamente descuidada durante los difíciles años 1985 – 2005. Actualmente cuenta con 18 aulas en el Nivel Primario y 17 aulas en el nivel secundarios, con una población aproximada de 1000 alumnas.

La Institución Educativa, presenta diferentes patologías que se deben corregir a fin de mantener su conservación, y es una estructura que no está prevista su reconstrucción, el mantenimiento temprano evitaría que se siga degradado e incrementaría muchos años más lo que amerita la presente investigación.

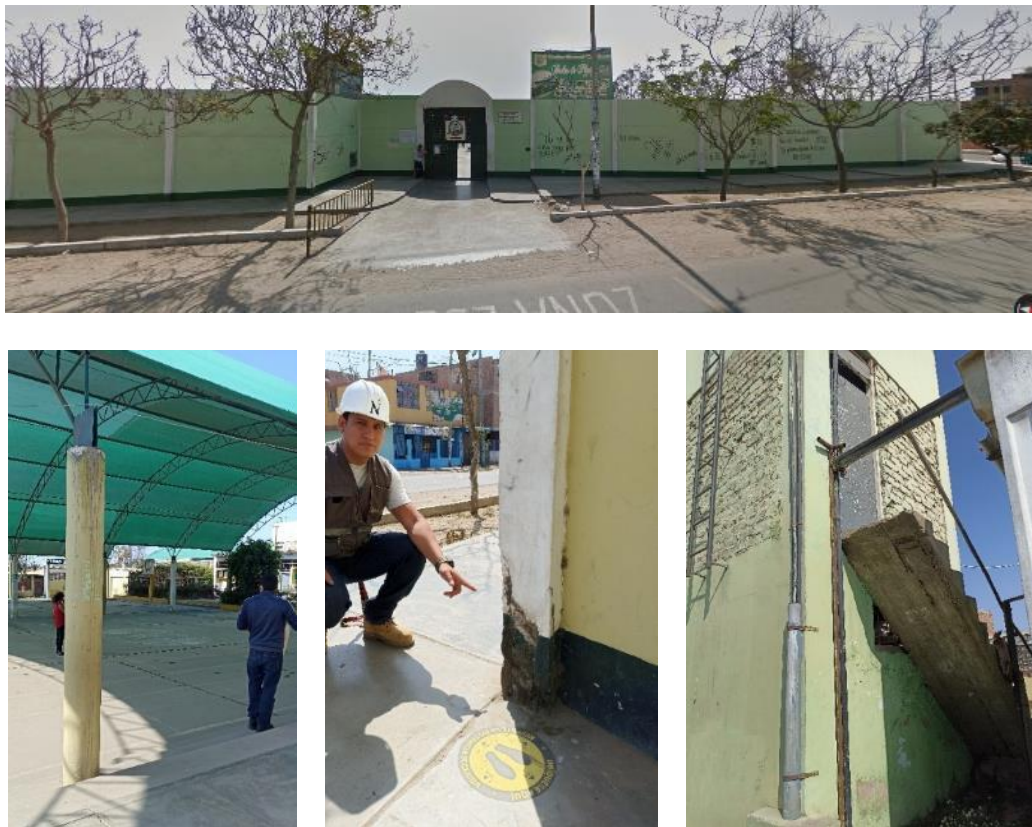


Figura 1. Diferentes patologías que se deben corregir a fin de mantener su conservación.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La presente investigación, busca determinar, evaluar y dar una propuesta de reparación a las patologías de concreto en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse. La Esperanza. El estudio es relevante, por cuanto todas las infraestructuras requieren mantenimiento a fin de extender su tiempo de vida, y sus características de infraestructura y uso.

A nivel internacional destacó da Silva et al. (2017) con su artículo de revista científica “*Sistema de inspección, diagnóstico y reparación de superficies de concreto arquitectónico*”, este artículo presenta un sistema experto para apoyar la inspección, diagnóstico y reparación de superficies de concreto arquitectónico. Está compuesto por sistemas de clasificación de anomalías, sus causas probables, métodos de diagnóstico in situ y técnicas de reparación, y matrices de correlación en las que se expresa la relación entre los elementos de estos sistemas. El sistema también incluye fichas individuales de anomalías, métodos de diagnóstico y técnicas de reparación, en las que se describe cada una de ellas en detalle. El objetivo de este sistema es estandarizar y sistematizar la inspección de este tipo de superficies para mejorar el desempeño de los inspectores. La implementación de este sistema apoya las inspecciones periódicas dentro de una estrategia de mantenimiento predictivo proactivo, mejorando su eficiencia. El sistema presentado fue validado y ajustado a través de una campaña de inspección de 110 muros de concreto arquitectónico colados in situ.

Díaz y Cornadó (2021) en su artículo de revista científica “*Reparación de fachadas de ladrillo frontal sostenidas en losas de concreto armado*”, en las

últimas décadas las fachadas de ladrillo cara vista han sido una de las formas arquitectónicas empleadas para construir los cerramientos exteriores verticales de los edificios. Sin embargo, algunas soluciones de apoyo en las losas han dado lugar a problemas específicos, especialmente en edificios de gran altura, que en ocasiones han requerido reparaciones muy costosas. Este capítulo presenta y comenta brevemente los numerosos agentes que pueden influir en el comportamiento anómalo de estas fachadas y los daños más comunes. El conocimiento de los agentes implicados en cada caso en la formación del daño se considera fundamental para analizar los sistemas de reparación que se han aplicado hasta el momento. La información obtenida a lo largo del tiempo sobre los resultados de las reparaciones puede utilizarse para elaborar pautas sobre las soluciones más adecuadas.

Khun et al. (2017) en su artículo de revista científica *“Reparación y rehabilitación de estructuras de concreto mediante confinamiento: Una revisión”*, la reparación y rehabilitación de estructuras de concreto dañadas existentes se han convertido en una de las actividades de construcción más importantes a nivel mundial. El dinero utilizado en la reparación de estructuras dañadas ha superado el dinero utilizado en la construcción de nuevas estructuras. Los terremotos ocurridos recientemente en países asiáticos como Japón y Borneo, Malasia, han atraído la atención de ingenieros estructurales y académicos sobre la investigación y el desarrollo de técnicas de reparación rápida. El confinamiento es una de las técnicas de reparación rápida que es popular y ha demostrado ser eficiente para restaurar las capacidades originales del concreto dañado. Aunque se

han realizado muchas investigaciones para confirmar la idoneidad de estas técnicas en la reparación de estructuras de concreto dañadas, existen varias barreras que dificultan el uso generalizado en la práctica. Estas barreras incluyen la falta de pautas de diseño e instalación y estudios de durabilidad a largo plazo. Este artículo revisa el uso del confinamiento como técnica de reparación y los procesos de diseño e instalación involucrados para facilitar el desarrollo de la investigación en este campo. Los hallazgos han llegado a un consenso de que las técnicas de reparación por confinamiento son efectivas ya que pueden restaurar las capacidades originales de los elementos de concreto dañados. Aún se requieren más investigaciones para establecer pautas de diseño suficientes y, por último, se debe probar la pérdida de presión de confinamiento durante un período de servicio para garantizar la durabilidad de los elementos de concreto reparados.

Monteiro et al. (2017) en su artículo de revista científica *“La importancia de la norma europea EN 1504, sobre la protección y reparación de estructuras de concreto”*, la creciente preocupación por la sostenibilidad en la construcción, apoyada en políticas medioambientales, ha venido instando a los diseñadores, constructores y entidades vinculadas al sector, a una visión más informada de la importancia de los aspectos que se relacionan con la calidad, rendimiento, durabilidad y vida útil de las construcciones, traducidos en un conjunto de procedimientos, obtenidos por el experimento técnico/científico y la investigación, dando lugar a documentos normativos o directrices que regulen la práctica de la construcción. Lo anterior, el presente estudio pretende poner de manifiesto la importancia de la Norma Europea EN 1504, titulada: "Productos y

sistemas para la protección y reparación de estructuras de concreto", ambas presentes como un único documento que incluye todos los aspectos que se relacionan con la protección de procesos y/o reparación, así como conduce a una implicación absoluta de todos los profesionales que afectan a la obra (propietarios de las obras, diseñador, contratistas y proveedores de material). Este hecho ha permitido un mayor nivel de confianza de los propietarios de proyectos y al mismo tiempo obtener una construcción de calidad y una durabilidad superior. El contenido estándar comprende 10 partes distintas. Inicialmente, habrá un enfoque teórico de cada parte, sigue la relación entre ellas y finalmente su aplicabilidad práctica a través de cuatro ejemplos concretos. Así, se pretende contribuir con el progreso profesional, en el uso de esta potente herramienta de amplia aplicación a partir de la simple detección de patologías derivadas del desarrollo y reparación del control de proyectos.

Rodríguez et al. (2018) en su artículo de revista científica "*Reparación estructural y refuerzo de elementos RC con revestimiento de concreto*", en los últimos años se han llevado a cabo amplias investigaciones sobre reparación y reacondicionamiento de elementos de concreto armado y se han desarrollado, probado e informado muchos métodos en la literatura. El encamisado de concreto armado ha sido considerado como uno de los métodos importantes y utilizados para corregir errores de diseño, procesos de producción y ejecución de concretos deficientes, reparar daños tras terremotos, accidentes o en los casos en que se requiera proceder al cambio de funcionalidad de la estructura, etc. En este capítulo se realiza una breve revisión de la literatura referente a las investigaciones

numéricas y experimentales realizadas, así como la recomendación de detalle y los criterios y procedimientos generales utilizados en el encamisado de concreto.

A nivel nacional destacó Asencio (2020) con su tesis *“Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, sobrecimiento y muros de albañilería del cerco de la fábrica pesquera Copeinca del centro poblado Puerto Casma, distrito de Comandante Noel, provincia de Casma, región Áncash, agosto – 2019”*, teniendo, así como objetivo general para resolver este Problema lo siguiente: Determinar y evaluar las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico de la fábrica pesquera COPEINCA del centro poblado puerto Casma, Distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma, Región Áncash, una vez identificadas las patologías proceder a dar las soluciones más adecuada para su reparación o mejoramiento. Paralelamente a ello, la metodología utilizada es descriptiva y analítica; ya que se describirán los tipos de patologías. Se evaluarán las muestras recolectadas para poder determinar el tipo de patología existente en columnas de concreto, vigas, sobrecimientos y muros de albañilería confinada, realizándose en agosto del 2019. Obtuvimos como resultado que la patología más frecuente y predominante es la Erosión con un área total de 221.48 m² equivalente a 20.97% y la patología que fue menos predominante fue corrosión con área 0.96 m² equivalente a 0.9%.

Castillo (2018) en su tesis *“Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas, sobrecimientos, muros de albañilería confinada, del cerco perimétrico de la dirección regional de agricultura – gobierno regional de Ancash, provincia de Huaraz, departamento de Ancash - noviembre 2016”*, la

presente tesis se ha desarrollado con la finalidad de; determinar y evaluar las patologías del concreto en columnas, vigas, sobrecimientos, muros de albañilería confinada, placas y columnas prefabricadas de concreto armado del tipo poste en muros del cerco perimétrico de la Dirección Regional de Agricultura – Gobierno Regional de Ancash, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash. De acuerdo con los objetivos de estudio, y los conocimientos según el tipo de patologías identificadas, se indicará el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, el nivel de severidad y densidad que tiene sobre la condición de la infraestructura de dicho cerco perimétrico. Los resultados obtenidos servirán de base para la toma de decisiones de los funcionarios a cargo de La Dirección Regional de Agricultura – Gobierno Regional de Ancash, Provincia de Huaraz; quienes podrán decidir renovar o reparar la infraestructura del cerco perimétrico afectados; con el uso de aditivos, tecnologías de procedimientos de construcción y elementos prefabricado de concreto armado; de acuerdo al informe del estado actual de la infraestructura y a su condición de servicio operacional; lo cual se podrá lograr en base a las recomendaciones técnicas del presente estudio.

Celestino (2018) en su tesis *“Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Lucma progresivas (1+000 al 2+000), del caserío de Lucma, Distrito de Tarica, Provincia de Huaraz, Departamento Ancash – 2018”*, tuvo como objetivo general: Determinar y Evaluar los tipos de Patologías del Concreto, para ello se tuvo los objetivos específicos. Identificar los tipos de patología, Evaluarlas para encontrar el grado de afectación y Obtener la condición de servicio del canal. La metodología empleada en la investigación fue

de tipo descriptivo, enfoque mixto, el diseño fue no experimental y de corte transversal. El Universo estuvo formado por toda la estructura del canal de riego longitud de 4,084.39 metros. Y la Muestra fue entre las progresivas 1+000 al 2+000, para la recolección de datos se aplicó la ficha de recolección y la ficha de evaluación de patologías de acuerdo a los niveles de severidad leve, moderado y severo. El análisis y procesamiento de datos se realizaron en Microsoft Excel 2016, elaborándose tablas y gráficos llegando a los resultados obtenidos se localizó que el 26.33% de la muestra posee patologías frente a un 73.67% que no contiene patologías; teniendo mayor impacto las grietas (1.11%), fisuras (0.26%), la patología más frecuente son mohos con (22.58%), del cual se concluyó que la condición de servicio del canal es REGULAR porque solo requiere de mantenimiento y reparación.

Infante (2018) en su tesis *“Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las columnas, vigas, sobrecimientos y muros de albañilería del cerco perimétrico de la industria Veinte Taruca S.A.C., del distrito de Puerto Supe, provincia de Barranca, región Lima, Abril – 2018”*, la metodología investigación empleada fue descriptiva-cuantitativa. Su objetivo general fue determinar y evaluar las patologías que presentan las columnas, vigas y muros de albañilería antes mencionada. La población o universo estuvo conformada por la infraestructura de la industria Veinte Taruca S.A.C., la muestra fue constituida por las columnas, vigas y muros de albañilería del cerco perimétrico, se identificó y cuantificó las patologías por su tipo y severidad, de ese modo se estableció un diagnóstico de su estado; se empleó la técnica de la observación y como

instrumento de recolección de datos, una ficha de evaluación; que, luego fue procesada, de la cual se tuvo como resultados de estos tipos de patologías, grieta (0.86%), fisuras (0.09%), corrosión (0.79%), eflorescencia (5.48%) y siendo la más predominante la erosión con 11.42% y con un nivel de severidad Moderado. Se concluye que el nivel de severidad de la muestra es Moderada.

Kcana (2021) en su tesis *“Análisis del origen de las patologías del concreto durante la construcción de la Institución Educativa N° 56370, distrito Livitaca, Cusco”*, el objetivo de la investigación es determinar el origen de las patologías de concreto que se presentan en la Construcción de la Institución Educativa N° 56370 Primaria y Secundaria de la Comunidad Campesina de Ccollana. Por este motivo se armó una investigación en donde su informe se realizó logrando de manera estricta los pasos de la investigación científica, de alguna forma siguiendo y cumpliendo las distintas etapas y/o pasos, lo que involucra el conjunto de normas del método científico. Al principio de la fase está tomado en cuenta la introducción que incluye la realidad problemática en lo cual he formulado el problema, indicando las evidencias patológicas en las ejecuciones de obras civiles a nivel mundial que se presentan, los cuales causan daños, fallas, enfermedades del concreto, ocasionando incomodidad, no tienen condiciones necesarias para habitar, disminuciones monetarias. La ejecución de una construcción tiene distintas etapas, esta investigación se concentra en la etapa de construcción de la Institución Educativa N° 56370 Primaria y Secundaria de la Comunidad Campesina de Ccollana, para poder realizar la investigación se utilizó fichas de inspección y recolección de datos, para poder evidenciar el origen de las

patologías y a partir de su identificación evaluar las mejores condiciones y características para su reparación y protección de las estructuras. De tal manera que al término de la investigación se alcanzara procedimientos de identificación del origen de las patologías y su procedimiento de reparación y protección de las estructuras de concreto en la Construcción de la Institución Educativa N° 56370 Primaria y Secundaria de la Comunidad Campesina de Ccollana.

Lozano (2019) en su tesis *“Determinación y evaluación de patologías del concreto en el canal de riego de Tocush Pucro, entre las progresivas 0+500 km - 1+500 km del distrito de Parihuanca, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash – 2019”*, nuestro objetivo general fue determinar y evaluar las patologías del concreto entre las progresivas 0+500 km - 1+500 km del canal de riego de Tocush Pucro, distrito de Pariahuanca, provincia de Carhuaz, departamento de Áncash para determinar su condición de servicio, el estudio fue de tipo descriptivo, observacional, no experimental, de corte transversal, con enfoque mixto, se tuvo como universo de la investigación el canal de riego Tocush Pucro, las unidades muestrales se obtuvo entre las progresivas 0+500 km - 1+500 km. Para llevar a cabo la investigación se hizo uso de la técnica de la observación visual, y se usó una ficha técnica como instrumento de recolección de datos donde quedaron registrados todo lo obtenido en campo posteriormente se generó una ficha técnica de evaluación, estos datos fueron procesados de acuerdo a nuestros niveles de severidad, los resultados arrojan que la patología con más incidencia en el canal de Tocush Pucro es la Grieta con un 23.15% (22.5 m²) del área total estudiada que es 97.2 m², seguida de la Erosión con 17.05% (16.57 m²),

continuando con el Moho con 7.69% (7.47 m²), posteriormente se ubica el Musgo con 6.56% (6.38 m²) y finalmente encontramos la fisura con 0.37% (0.36 m²), al evaluar todas las unidades muestrales llegamos a la conclusión que el nivel de severidad del canal de Tocush Pucro es Moderada, y por ende su condición de servicio es Regular por lo que se recomienda una reparación.

Quispe (2018) en su tesis *“Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado en edificaciones”*, en la presente investigación se analiza como los agentes de deterioro afectan al concreto generando fisuración, se determinan las causas de las mismas y las limitaciones de abertura. Asimismo, se explica cómo reparar de manera sostenible la fisuración en base a epoxis, poliuretanos, acrílicos, siliconas, entre otros componentes, prolongando la vida útil y optimizando el adecuado funcionamiento de las construcciones. Se propone un procedimiento de reparación que usa como herramienta una matriz de fácil lectura. Adicionalmente se desarrolla el estudio de caso en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), capital de Argentina y se compara con Lima, capital de Perú; para tal fin, se realizó una recolección de la información de las construcciones existentes, denuncias interpuestas ante las autoridades competentes, y consultas de diversos usuarios hacia una empresa proveedora que brinda soluciones constructivas de sellado de las fisuras. Finalmente se concluye que es factible adaptar y aplicar estas técnicas a la realidad peruana para reparar elementos de concreto armado y estos mantengan su forma original, calidad y características de servicio frente a las solicitudes inherentes a las que se ven sometidas.

Vértiz (2018) en su tesis “*Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado del reservorio elevado Tacalá $v=1000\text{ m}^3$ - distrito de Castilla - provincia de Piura - departamento de Piura - marzo 2018*”, la presente tesis tiene como objetivo determinar y evaluar las patológicas del concreto armado de la parte inferior de la cuba en el reservorio elevado de TACALÁ $V= 1000\text{ M}^3$, del Distrito de Castilla – Provincia de Piura – Departamento de Piura. La estructura del presente reservorio es de concreto armado, con resistencia 210 kg/cm^2 , en vigas de cimentación, piso, fuste y viga puente; mientras en fondo esférico, muro para cuba, tronco cónico, y cubierta esférica la resistencia es de 245 kg/cm^2 . La presente investigación permite determinar los tipos de patologías expuestos en esta estructura hidráulica, cuya vida útil, según reglamento es de 20 años. La necesidad de estudiar estos reservorios es por su importancia en la salud y la vida del ser humano, porque almacena el elemento sustancial, estas estructuras en su mayoría son elevados y de concreto armado donde se dan las siguientes patologías predominantes como: fisuras, erosión, agrietamiento, eflorescencia, delaminación, humedad, etc. Este estudio es de gran aporte para las construcciones futuras, dado que un reservorio es lo primordial en una población, seguido del sistema de redes de agua potable y el alcantarillado por ser necesidades básicas del ser humano. Nos enfocamos en las patologías de los reservorios elevados cuyos propósitos fundamentales son: mantener las presiones de servicio en la red de distribución y compensar las variaciones de los volúmenes de consumo que se producen durante el día, el reservorio elevado de Tacalá a lo largo de toda su estructura presenta fisuras, grietas y cangrejas, donde el área afectada por

patologías es 64.10%, según nuestra área idealizada, además cuenta con un 90% de AGRIETAMIENTO como patología predominante. Para ello se identificó 06 secciones proporcionales que contiene dichas patologías las cuales nos llevaron a un nivel 03 de calificación por lo que la estructura presenta una severidad MALO con línea de tendencia ascendente y esto nos llama la atención ya que, por ser una estructura importante para la vida humana, los cuidados de la misma deben ser muy detallados en el mantenimiento adecuado y apropiado para esta estructura hidráulica.

La patología del concreto se define como un estudio sistemático de los procesos y características de la "enfermedad" o "defecto y daño" que puede sufrir el concreto, sus causas, consecuencias y remedios. La patología se entiende como parte de la durabilidad, que se refiere a los signos de deterioro que experimentan las estructuras de concreto, las posibles causas y el diagnóstico (Sánchez, 2001).

El deterioro es la degradación de los materiales, los elementos constructivos y los atributos de los sistemas de construcción. La degradación es la pérdida de propiedades y características con el paso del tiempo. Por lo tanto, la durabilidad es un principio de diseño en la ingeniería y la construcción. Fabricado con los materiales adecuados, el concreto se endurece firmemente en las proporciones adecuadas, asegurando la durabilidad de la estructura (Stuardo, 2008).

A lo largo de su vida, el concreto puede sufrir defectos o daños que alteren su estructura interna y su comportamiento. Algunos pueden ser congénitos porque existen desde sus conceptos y/o estructuras. Otros pueden haberlo atacado en alguna etapa de su vida. Otros pueden ser el resultado de un accidente. Los

síntomas que indican daños en las estructuras incluyen manchas, cambios de color, hinchazón, grietas y pérdida de masa. Para determinar la causa, CFE (1997) recomienda que es necesario un estudio de la estructura, que consta de:

1. Conocimiento previo de la estructura, los antecedentes y la historia de la estructura, como la carga de diseño, el microclima que rodea a la estructura, su diseño, la vida útil estimada, el proceso de construcción, el estado actual, el uso, la cronología de los daños, etc.
2. Inspección visual que permita captar el estado real de la estructura.
3. Auscultación de los elementos afectados, ya sea por medición en campo o por ensayos no destructivos.
4. Verificación de aspectos de las mezclas de concreto que pueden ser importantes en el diagnóstico, como la consistencia utilizada. El tamaño máximo real del árido grueso utilizado. El contenido de aire; el proceso de preparación de las probetas; los procedimientos para determinar la resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción. Verificación de características especiales o adicionales, en función de los requisitos.
5. Conocimiento del diseño y cálculo de estructuras. Materiales utilizados; prácticas constructivas; y procedimientos de protección y endurecimiento. Determina los factores del comportamiento de la estructura a lo largo del tiempo
6. Conocimiento del tipo, cantidad y tamaño del proceso de deterioro de las armaduras, que determina la resistencia, rigidez y permeabilidad de la estructura a lo largo del tiempo. Recordemos que su estado superficial afecta, y todo ello se refleja en su seguridad, funcionalidad, estanqueidad y apariencia. En definitiva, en su comportamiento y vulnerabilidad.
7. Asegúrese de que las barras de refuerzo cumplen con la resistencia requerida por el ingeniero estructural

de acuerdo con las especificaciones mostradas en la memoria de planificación y cálculo de la estructura. Responderemos ante los ingenieros y supervisores de la construcción para que se cumplan las normas correspondientes.

| | | | |
|-----------------------------|---|----------------------------------|----------------------|
| Patologías de concreto | Desagregaciones y desprendimientos | Ataque de sulfatos | |
| | | Ataque de ácidos | |
| | | Fisuración | |
| | Deformaciones | Permanentes | Deflexiones |
| | | | Desplome |
| | | | Asentamientos |
| | | Fluencias | |
| | | Vibraciones | |
| | | Variaciones térmicas | |
| | | Variaciones Higrométricas | |
| | Defectos superficiales | Erosión - abrasión | |
| | | Hormigueros | |
| | | Eflorescencias | |
| Ataque biológico y MA | | | |
| Cambios de color (químicos) | | | |

Figura 2. Patologías de concreto.

Nota. (CFE, 1997)

Tras considerar estos síntomas e investigar sus causas, un especialista o patólogo estructural debe establecer un diagnóstico de la enfermedad que padece la estructura. La patología de los muros atrapados son daños y/o defectos que aparecen en el edificio por diversos factores. Estos pueden haber sido causados por escombros, defectos de mortero o agentes externos (Devoto, 2015).

Muchas de las degradaciones y defectos presentes en los muros son causadas por diversos factores patológicos a lo largo de los años. Otros factores muy importantes son las modificaciones y cambios realizados en la estructura. Esto cambia el comportamiento de la estructura en la que el edificio fue concebido originalmente, creando un esfuerzo que no puede ser soportado por los muros. Por

último, hay fallos debidos a la mala construcción de los edificios, que rara vez ocurre en los edificios antiguos. Esto no es sorprendente, porque una prueba clara de su excelente tecnología es la existencia de un edificio de hace más de 1 siglo, en el que la estructura no ha cambiado y sigue en pie. Sin embargo, no debe excluir este elemento. Los grandes muros de mampostería no reforzados han demostrado ser inestables muchas veces, por lo que deben ser evitados.

La causa del cambio en la durabilidad es un conjunto de agentes responsables de la degradación de las propiedades, la clasificación es tan extensa que es necesario, y por practicidad se clasifica en causas físicas, mecánicas y químicas (Rodríguez et al., 2018).

Erosión, se trata de la pérdida superficial del material por acción mecánica, entre la que distinguimos 2 causas: El impacto y la fricción: Como consecuencia del uso continuado y habitual, provocan desprendimientos y desgastes en las zonas accesibles. Las esquinas son más vulnerables por el alto nivel de exposición, y se necesita una solución que proporcione mayor resistencia a la superficie; y; Acción del viento: El viento se hace notar más en los puntos de alta exposición de la fachada (coronación, esquina) donde se produce (da Silva et al., 2017).

Grietas, se trata de aberturas longitudinales que afectan al grosor total de la estructura, de los elementos de la estructura o del cerramiento. Hay que aclarar que las aberturas que afectan sólo a la superficie o al acabado superficial superpuesto de los elementos arquitectónicos no afectan. Se considera una grieta, no una fisura. Dentro de las grietas, se distinguen 2 grupos, en función del tipo de esfuerzo mecánico que las genera: Debido a las cargas excesivas, se trata de

grietas que afectan a los elementos estructurales o de revestimiento cuando se someten a cargas que no están diseñadas. Este tipo de grietas suele requerir un refuerzo para mantener la seguridad de la unidad constructiva. Por dilatación y contracción debidas al calor y la humedad, son grietas que afectan principalmente a los elementos de revestimiento de la fachada o la cubierta, pero también pueden afectar a la estructura si no se prevén las juntas de dilatación. (da Silva et al., 2017).

Fisura, la separación incompleta entre dos o más partes con y sin espacio entre ellas se denomina grieta. Su identificación se realiza según su dirección, anchura y profundidad, utilizando los siguientes adjetivos: vertical, horizontal, vertical, diagonal o aleatoria. Los rangos de anchura según la ACI son: Tipo fino: Cuando el valor medido es inferior a 1mm. Tipo medio: Cuando el valor medido es de 1~2mm. Tipo ancho: si es superior a 2mm (da Silva et al., 2017).

Las grietas en el concreto pueden atribuirse a múltiples causas y sólo afectan a la apariencia del edificio, pero pueden ser un indicador de daños estructurales importantes y representar la totalidad de los daños, pero también pueden indicar un problema mayor. Su importancia depende del tipo de estructura y de la naturaleza de las grietas.

Desprendimiento, se trata de la separación entre el material de acabado y el soporte sobre el que se aplica, debido a la falta de adherencia entre ambos y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas como la humedad, la deformación o las grietas. Los desprendimientos afectan tanto a los acabados continuos como a los acabados con elementos, pero requieren un cuidado especial,

ya que se convierten en un peligro para la seguridad de los peatones (Devoto, 2015).

Desintegración, degradación en pequeños fragmentos o partículas debido a la degradación, el desmoronamiento, y/o la degradación (Devoto, 2015).

Eflorescencias, una de las principales consecuencias de la higroscopicidad se llama eflorescencia. Generalmente son manchas blancas, que suelen aparecer en la superficie de las paredes, tanto en piedra como en ladrillo y mampostería.

En yeso y escayola. La causa de estas manchas es la presencia de sales solubles y la humedad contenida en los materiales de las paredes y el suelo cercano. Al llegar a la superficie, el agua se evapora, dejando como residuo la sal recristalizada. Se trata principalmente de nitratos y sulfatos alcalinos y magnésicos, y raramente de carbonatos. Si hay sales de hierro en ellas, las manchas aparecerán en un tono amarillento. La sal suele proceder del material utilizado, del suelo próximo a la pared y de la contaminación del aire y del agua del mar.

Las eflorescencias que pueda aportar el mortero en muros de ladrillo pueden provenir de:

El agregado; esto no se aplica a los áridos silíceos lavados que no contienen dichas sales.

Cemento; para los morteros ordinarios como el nuestro, se utiliza un cemento con un contenido muy bajo de sales solubles. El contenido total de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ alcalino no suele alcanzar el 1% (Uneke et al., 2018).

Aditivos químicos; Los aditivos químicos en el mortero pueden contener sales solubles que provocan eflorescencias, pero en comparación con el 2% de las sales solubles de los ladrillos, su contenido en sales puede llegar al 0,4%, como indica el fabricante. Además, la cantidad de estos aditivos añadidos al mortero suele oscilar entre el 0,3 y el 0,5% en relación con el peso del cemento (Uneke et al., 2018).

El contenido de sales solubles en el ladrillo puede ser desde el 2% hasta más o menos, como se sabe, sales que son más propensas a causar eflorescencias. Para resumir, las sales solubles contenidas en los ladrillos cocidos pueden tener los siguientes orígenes: Se formaron durante el secado y la cocción por reacciones químicas con los gases que rodean los restos, produciéndose durante la cocción debido a la interacción de diferentes componentes de las materias primas (Fernández, 2000)

Cripto eflorescencias, consisten en la descamación de la superficie de la piedra, el deterioro de la superficie visible del ladrillo o del mortero, y la descamación total o parcial de la piedra en los trabajos de utilización de un revestimiento como la chapa. El problema causado por la criptoeflorescencia es fácilmente reconocible, ya que bajo la superficie pelada se puede ver un residuo de sal en forma de flores blancas. Este tipo de problema afecta con mayor frecuencia al sector inferior del muro en contacto con el suelo, y se sabe que alcanza una altura máxima de 0,8 m, por lo que se debe principalmente a la humedad del suelo. Ocurre en la superficie del muro y se produce en el interior del elemento. Sus efectos suelen ser más destructivos, ya que sólo se hacen notar

cuando se produce un desprendimiento de una sustancia, lo que es claramente más perjudicial que un ataque de eflorescencia (Uneke et al., 2018).

Moho; Es un tipo de hongo fino, de 3 a 100 micras. Los tipos que se encuentran con más frecuencia en los hogares son *aspergillus*, *cladosporium*, *penicillium* y *alternaria*. Dependiendo de la cantidad de micelio, hay colores claros, como el blanco o el rosa, y colores oscuros, como el marrón verdoso, gris, negro. Las esporas del moho se encuentran en el aire y en casi todas las superficies, pero necesitan una fuente de agua para crecer. *Stachibotris Chatalum*, más comúnmente llamado moho negro, a menudo requiere reparaciones en el hogar.

La presencia de moho está asociada a la presencia de humedad, y ésta debe ser superior al 30%. Su aparición es preferible en materiales gruesos y porosos, donde se acumula la materia orgánica, y en lugares con falta de ventilación y luz solar.

Los hongos pueden encontrarse en zócalos orientados al norte, en postes, molduras, o en rincones muy protegidos, así como en huecos de ventanas y esquinas en general. En el interior, se sitúan en zonas propensas a la humedad por condensación, como los armarios que dan a las fachadas, o cerca de elementos estructurales donde pueden producirse puentes térmicos, o en zonas propensas a la humedad y falta de ventilación, como los áticos.

Corrosión, se supone que el material metálico se pierde de la célula electroquímica y se forma entre ese elemento metálico y otro material cercano. Suele aparecer como resultado de procesos redox, y el hierro afecta a todos los metales, especialmente al acero, debido a ello. Las causas son la carbonatación, la

presencia de cloruros, las grietas, la porosidad del concreto, la humedad y diversos agresores ambientales a la armadura, que permiten el paso del oxígeno.

Tabla 1
Nivel de severidad de patologías.

| Patologías | Nivel de Severidad | Especificaciones |
|-----------------|--------------------|--|
| Erosión | Leve | Elemento afectado hasta un 5% de su espesor. |
| | Media | Elemento afectado mayor del 5% hasta el 20% de su espesor. |
| | Alta | Elemento afectado más del 20% de su espesor. Falla estructural. |
| Mohos | Leve | Elemento afectado hasta un 5% del área afectada |
| | Media | Elemento afectado mayor del 5% hasta el 20% de su área |
| | Alta | Elemento afectado más del 20% del área total de la zona en estudio. |
| Grietas | Leve | Daño menor que no requiere siempre reparación, fisura perceptible a simple vista, con ancho entre 1.5 mm a 2.00 mm sobre la superficie del |
| | Media | Grietas con anchos mayores de 2.00 mm a 4.00mm. |
| | Alta | Grietas con anchos mayores a 4.00 mm. |
| Fisuras | Leve | Daño menor que no requiere siempre reparación, fisura perceptible a simple vista, con ancho entre 0.20 mm y 1.00 mm |
| | Media | Daño menor que debe ser reparados, agrietamiento diagonal incipiente, grietas considerablemente grandes con anchos entre 1.00 mm y 3.00 mm |
| | Alta | Daño extensivo que requiere reparaciones mayores, agrietamiento diagonal, notable y severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm y dislocamiento de piezas. Daño grave generalizado que puede significar la demolición de la estructura, desprendimiento de partes de piezas. |
| Desprendimiento | Leve | Hasta el 10 % del área total del revoque del elemento. |
| | Media | Mayor del 10 % hasta el 50 % del área total del revoque del elemento. |

| Patologías | Nivel de Severidad | Especificaciones |
|----------------------|--------------------|---|
| Desintegración | Alta | Mayor del 50 % a más del área total del revoque del elemento. |
| | Leve | Hasta el 50 % del área total en desmoronamiento y/o descomposición. |
| | Media | Mayor del 50 % hasta 95 % del área total del elemento afectado. |
| | Alta | Mayor a 95 % del área total del elemento. |
| Eflorescencia | Leve | Ligeras eflorescencias de color blanco. Presencia ligera de humedad y pequeñas manchas producidas por la cristalización de sales. |
| | Media | Humedad y gran cantidad de cristalizaciones de sales, con medianos depósitos superficiales, de sales blanquecinas. |
| | Alta | Humedad considerable, con presencia de cristalizaciones de sales, con regulares depósitos superficiales, de sales blanquecinas aparecen en forma de velo |
| Cripto-eflorescencia | Leve | Abundante humedad con presencia de cristalizaciones de sales ocasionando pequeños daños como la desintegración del elemento. |
| | Media | Abundante humedad con presencia de cristalizaciones de sales ocasionando grandes daños como la desintegración del elemento, erosiones en el elemento. |
| | Alta | Las piezas presentan desconchados importantes o se desprenden con facilidad capas del ladrillo. Severo deterioro total del ladrillo. |
| | Leve | Oxido superficial sin aparente pérdida de sección. En la superficie de las armaduras aparecen zonas manchadas de óxido, con una textura ligeramente áspera. El color puede ser marrón claro o anaranjado, o bien oscuro. El de color marrón claro indica corrosión con abundancia de oxígeno mientras que el segundo tipo se produce con limitación de oxígeno. En armaduras de elementos resistentes, el color anaranjado es el más frecuente mientras que en aceros al aire libre o con exceso de recubrimiento, puede producirse el primero. |

| Patologías | Nivel de Severidad | Especificaciones |
|------------|--------------------|---|
| Corrosión | Media | <p>El acero se encuentra en oxidado y corroído con desprendimiento del material.</p> <p>Oxido en capa fina con ligera pérdida de sección. Las armaduras tienen una textura rugosa, han aumentado su volumen ligeramente debido a la fina capa de óxido que se ha formado, la cual presenta un color marrón oscuro, una apariencia pulverulenta y no puede desprenderse fácilmente con la mano, pero si con un cepillo de púas.</p> <p>El espesor fino de la capa de óxido indica asimismo escasa pérdida de sección. No obstante, la importancia de dicha pérdida está en relación al diámetro original de la barra afectada.</p> |
| | Alta | <p>El acero está totalmente oxidado y existe mayor desprendimiento del material.</p> <p>Oxido en capa gruesa con pérdida de sección considerable. Las armaduras tienen una textura muy rugosa y áspera, han aumentado su volumen de forma considerable</p> |

Nota: (Akroyd TNW, 2016)

La presente investigación se justifica desde el criterio de conveniencia, por cuanto permitió proponer una solución para conservar la infraestructura de uno de los colegios insignes de un distrito y de esta forma cuidar este equipamiento urbano.

Desde el criterio práctico se justifica por cuanto dado su extensión, tamaño espaciosidad, es un bien de mucho valor para las niñas y adolescentes de zonas de niveles socioeconómicos limitados y cuyo equipamiento público es muy importante para su desarrollo.

Desde el criterio teórico, las patologías de concreto dependen de factores tales como; la construcción, estructura, uso, ambiente. En este sentido se contribuye de manera particular sobre la Institución Educativa, a la vez que se

forma un precedente útil, puesto que muchos colegios fueron construidos de manera similar.

1.2 Formulación del problema

Problema general:

¿Qué propuesta de solución corrige las patologías de concreto en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo?

Problemas específicos:

– ¿Cuáles son las patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo?

– ¿Qué propuestas de solución existen para la corrección de las patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo?

¿Qué propuesta de solución es la más adecuada para la corrección de patologías de concreto en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Proponer una solución que corrija las patologías de concreto en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse. La Esperanza – Trujillo.

1.3.2 Objetivos específicos

– Diagnosticar y clasificar las patologías de concreto

- Determinar las diferentes alternativas de solución que existen, para la corrección de las patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo
- Seleccionar propuestas de solución adecuadas para la corrección de patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo.

1.4 Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Es posible corregir las patologías de concreto mediante una propuesta de solución para la IE Carlos Manuel Cox Rosse, en el distrito de La Esperanza - Trujillo.

1.4.2 Hipótesis específicas

- Existen patologías de concreto en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo que requieren corregir.
- Existen métodos para la corrección de las patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo.
- Existen propuestas de solución adecuadas para la corrección de patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

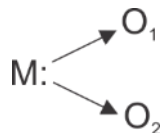
2.1.1 Enfoque

El enfoque considerado es cuantitativo. Este tipo analiza las variables en función de valores numéricos, recogidos a través de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos y fueron elaborados en base a las dimensiones e indicadores de las variables. Los resultados que son obtenidos de la observación de las variables en estudio se describen mediante las tablas y gráficos estadístico coherentes con la metodología cuantitativa y la validez se hace por muestra probabilística lo cual garantiza que sea representativo y las pruebas de hipótesis mediante inferencia estadística lo que valida indubitablemente su validez empírica (McComas, 2020).

2.1.2 Diseño de investigación:

Descriptivo comparativo

No experimental: porque propone una solución, mas no se aplica esta, sino que queda sugerida.



Dónde:

M: Es la muestra que se está observando: patologías de concreto

O1: Observación de concreto en estado actual

O2: Catalogo de patologías de concreto

2.1.3 Tipo

Asimismo nuestra investigación fue aplicada, porque de acuerdo a Hernández et al. (2010) es el tipo de investigación en la cual el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas, en el caso de nuestra investigación, el problema son las patologías de concreto que se deben corregir para mantener la infraestructura en sus condiciones idóneas, además siguiendo el mismo autor es descriptiva es la que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la realidad estudiada.

2.2 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población

La población estuvo compuesta por la infraestructura de la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse. La Esperanza – Trujillo, como se detalla en la tabla.

Tabla 2: Infraestructura participante en la población

| |
|----------------------------|
| Construcciones Internas |
| Techos |
| Muros |
| Columnas |
| Pisos |
| Construcciones periféricas |
| Muro perimetral |

Muestra

La muestra fue por conveniencia y consta de toda la población (lozas aligeradas de techo, muros, columnas, pisos y muros perimetrales).

Métodos

Método Inductivo – Deductivo. Por medio del presente método se obtuvo conocimientos de lo general a lo particular y viceversa; es decir, del análisis de cada variable involucrada en nuestro objetivo de investigación se pudo efectuar generalizaciones con relevancia científica que permitieron sustentar afirmaciones en relación a nuestra hipótesis (Thomas, 2021).

Método Descriptivo – Comparativo. Porque compara el estado del concreto con los indicadores de patología de concreto, para su diagnóstico y compara la patología con el resultado proyectado de la propuesta.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Técnicas

Koro (2015) señala que técnicas constituyen el conjunto de mecanismos, medios o recursos dirigidos a recolectar, conservar, analizar y transmitir los datos de los fenómenos sobre los cuales se investiga. Por consiguiente, las técnicas son procedimientos o recursos fundamentales de recolección de información, de los que se vale el investigador para acercarse a los hechos y acceder a su conocimiento.

Las técnicas a emplear en la presente investigación fueron: Observación, análisis, síntesis.

La observación Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis (Koro, 2015).

El análisis, El análisis es un examen que consiste en dividir un objeto de estudio y en observar en detalle cada uno de sus componentes con la finalidad de producir mayor conocimiento sobre un asunto, concepto, teoría o elemento (Koro, 2015).

La síntesis, Es un proceso mediante el cual se relacionan hechos aparentemente aislados y se formula una teoría que unifica los diversos elementos. Consiste en la reunión racional de varios elementos dispersos en una nueva totalidad (Koro, 2015).

2.3.2 Instrumentos

Hernández y Mendoza (2018) señalan que un instrumento de medición es el recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente. Para el recojo de la información en el presente estudio se utilizó:

- Ficha de observación evaluación de patologías,
- Ficha de alternativas terapéuticas

2.4. Procedimiento

Procedimiento de la investigación

- Primero en el momento adecuado a través del canal más conveniente se solicitó permiso a la institución y una reunión para conversar sobre la importancia del proyecto y los beneficios para la institución.
- Aceptada la colaboración, se coordinó para la fecha de observación.
- Llegado el día se procedió a levantar la información en las fichas de observación.

2.4.1 Validez y confiabilidad de información

Los instrumentos de medición de variables; se validaron los instrumentos de medición de variables, en constructo a través de juicio de expertos.

2.4.2 Para analizar la información

Los datos recolectados se trasladaron a una base de datos. Las fichas de observación de patologías.

Se procedió al análisis de las fichas de observación de las patologías para al final evaluar las causas y los problemas alternativos terapéuticas.

En la ficha de alternativas se consolida a las alternativas para reparar las patologías.

2.4.3 Aspectos éticos

En el presente trabajo se tomó en consideración los principios éticos del Código del Investigador Científico UPN (Resolución Rectoral N° 104-2016-UPN-SAC) cuyos principios éticos son: Humanidad, los investigadores serán

considerados en todo momento como personas con principios y derechos fundamentales que le asiste su naturaleza humana y las leyes del Estado Peruano. Justicia, se respetaron los acuerdos previos a la investigación y se le otorgó a cada investigador los beneficios establecidos. Igualdad, todos los investigadores de la Universidad recibieron las mismas consideraciones sin distinción alguna, procurando en siempre el respeto y el cumplimiento de sus derechos. Veracidad, los investigadores deben proceder con imparcialidad y ser lo más exactos posibles en sus investigaciones, de acuerdo al espacio y contexto en el que se realizan. Trabajo en equipo, los investigadores procuraron realizar investigaciones en conjunto para potenciar sus capacidades en beneficio del estudio. Originalidad, la comunidad académica realizó un trabajo original, en cual plasman sus propias ideas y llegan a sus propios diseños y construcciones, cuando toman ideas de otros autores de manera textual o en forma de paráfrasis, deben citar correctamente al autor y poner su obra en las referencias bibliográficas. Determinación de porcentaje de similitud, se establece que: Basados en la revisión de un software especializado en detección de copias y luego de la revisión de un personal capacitado, que lea el trabajo con detenimiento y que elimine los falsos positivos que pueda establecer el software.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Diagnosticar y clasificar las patologías de concreto de concreto armado

El colegio fue creado en 1986, es decir el colegio original tiene 35 años, la misma que fue realizada por con un reglamento nacional de construcción RNC antiguo, pues el ultimo, RNC es del año 2004. Fue un colegio realizado en convenio con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), es de destacar que en aquella época la población era pequeña, La Esperanza, era un pueblo joven convertido en distrito.

El diseño del colegio fue (dentro de un paquete de muchos colegios) una estructura básica aporricada con techo de calamina y cercada, como se aprecia en la fotografía las estructuras de techo de calamina.

El diseño estructural estaba basado en una estructura de vigas y columnas que sostienen techo de calamina y un muro confinado sin fin estructural, pues la estructura es solo de un piso y las dimensiones de sus columnas muestran que fueron diseñados para un solo piso sin mayor peso.



Figura 3. Vista aérea del colegio.

Nota. Fuente: Google Maps.

En la fotografía se aprecia el colegio desde el aire, se parecía la construcción original, de 1986, la misma que tiene techo de calamina, y construcciones y modificaciones, así como estructura de tecno de lona de los patios.

Pabellón 1

El pabellón 1 consta de 5 aulas antisísmicas, es un solo pabellón con columnas y vigas y estructurales, muros externos de división (no tienen función estructural). La división entre aulas si tiene función estructural como muestra el plano.



Figura 4. Pabellón 1, el mismo que tiene 5 aulas se aprecia la construcción basada en vigas y columnas, muros externos no tienen función estructural.

Nota. Fuente: Observación del autor

Aula 01

Tabla 3 Patología en aula 1.

| ID | Disgregaciones | Área |
|---------|----------------|------|
| Aula 01 | Leve | 30m2 |

Nota: Elaboración del autor

El aula 1 se aprecia que las paredes presentan disgregaciones naturales producto del tiempo que han sido cubiertas por pintura, no presenta mayor patología significativa, se considera 30 m2, porque todas las paredes del salón deben lijarse y protegerse con una pintura adecuada.

Aula 02

Tabla 4 Patología en aula 2.

| ID | Disgregaciones | Área |
|---------|----------------|------------------|
| Aula 02 | Leve | 30m ² |

Nota: Elaboración del autor

En la tabla 4 se aprecia que la única patología que presenta esta aula son disgregaciones en diversos puntos, se considera toda el área del muro como superficie a reparar. Esto puede apreciarse en la figura 5

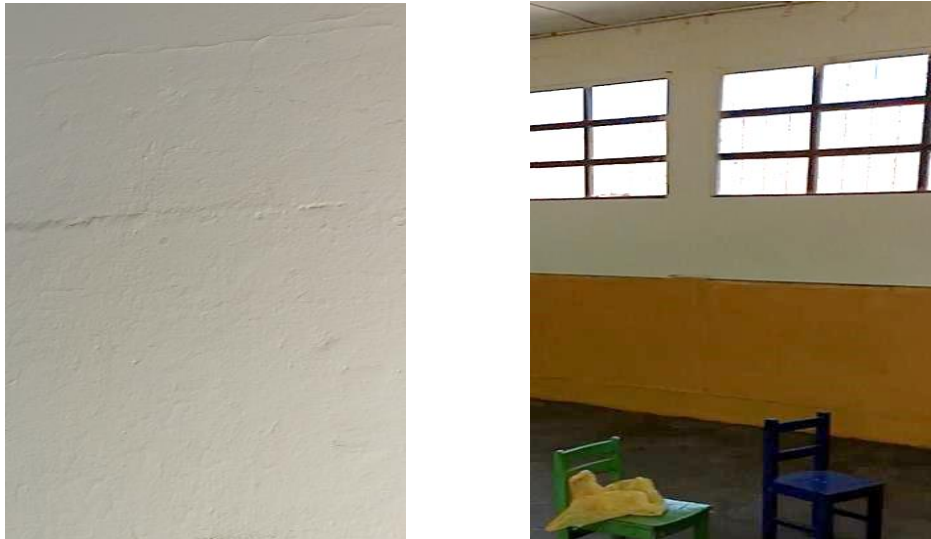


Figura 5. Aula 02 Disgregaciones desgaste de tiempo.

Fuente: Elaboración el autor.

Aula 03

Tabla 5 Patología en aula 3.

| ID | Disgregaciones | Área |
|---------|----------------|------------------|
| Aula 03 | Leve | 30m ² |

Nota: Elaboración del autor

En la tabla 5 se aprecia disgregaciones leves para el aula 3, se considera 30 m² (toda la pared) esto se aprecia en la figura 6 se aprecia disgregaciones leves en las columnas, muchas no han podido ser disimuladas por la pintura y se aprecian los agujeros muro lateral interno. Disgregaciones leves en las vías soleras y muro transversal interno aula 4-5



Figura 6. Aula 03 Disgregaciones desgaste de tiempo.

Fuente: Elaboración el autor.

Aula 04

Tabla 6 Patología en aula 4

| ID | Disgregaciones | Área |
|----------------|----------------|------------------|
| Aula 04 | Leve | 30m ² |

Nota: Elaboración del autor

En la tabla 6 se aprecia que la única patología en el aula 4 es de solo disgregaciones leves.

Aula 05

Tabla 7 Patología en aula 5

| ID | Disgregaciones | Área | Infiltración | Fisura |
|----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|
| Aula 05 | Media | 30m ² | 54m ² | 1m ² |

Nota: Elaboración del autor

En la tabla 7 se aprecia que el aula 5 presenta varias patologías, tales como disgregaciones, infiltración, fisuras, las mismas que se visualiza en las figuras; pero, además la losa aligerada presenta un fenómeno conocido como fisuración por concreto en estado plástico (precipitación de los agregados) ocurrido en el momento del vaciado de losa (se consideró todo el techo 9x6 m) los mismos que acompañados de un mal curado en el tiempo de maduración del concreto, afectó de manera significativa las fisuras de este nivel de losa. La lluvia existente en el paso del tiempo ha profundizado en las fisuras hasta lograr cambios de volumen en el concreto a profundidad lo que produjo la fisuración. Observemos la figura 7 y 8 respectivamente.



*Figura 7. Techo aligerado, diferente a los demás del aula 05.
Nota. Fuente: Elaboración el autor*



*Figura 8. Tipo de fisuramiento.
Nota. Fuente: Elaboración el autor*

Pabellón 2

El pabellón 2 es un pabellón de dos aulas con la misma dinámica del pabellón 1, sin embargo, se ha construido un nivel más a sobreposición como se aprecia en la figura

Se puede apreciar que existe sobrecarga de compresión en la columna que ha derivado en fisuras, desprendimientos, esto es porque estas columnas no se

diseñaron para soportar ciertas cargas de servicio más que sostener un techo de calamina de fibrocemento y resistencia sísmica

Aula 6

Tabla 8 Patologías de aula 6

| ID | Disgregaciones | Fisuración | Deformaciones | Erosión |
|---------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Aula 06 | Media | Alta | Leve | Media |
| Área | 30m ² | 0.5m ² | 1.8m ² | 54m ² |

En la tabla 8 se aprecia que existen varios tipos de patologías de severidad media en el aula 6, y de extensiones significativas, 0.5 m² de fisuración severa, 1.8 m² de baja deformación, y erosión media 54 m², las mismas que se detallan en las figuras 9-10 y 11 para una mejor comprensión de la realidad



Figura 9. Construcción sobre el pabellón 2.

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la figura 9 se puede apreciar las fisuras por sobre compresión, se aprecia que el acero si resistió, pero la mezcla de concreto no, de lo contrario se habría deformado la columna.



Figura 10. Desprendimientos por compresión.

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la figura 10 se aprecia desprendimientos por compresión, esto es por movimiento de la viga de amarre y cimientos por el peso del segundo piso, desprendimientos no relevantes pues los muros no cumplen función estructural.



Figura 11. Aula 06 y fisura por desplazamiento por sobre peso de segundo piso.

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la figura 11 se aprecia fisura por desplazamiento, debido al peso del primer piso, dado que los muros no tienen función estructural no es una fisura grave.

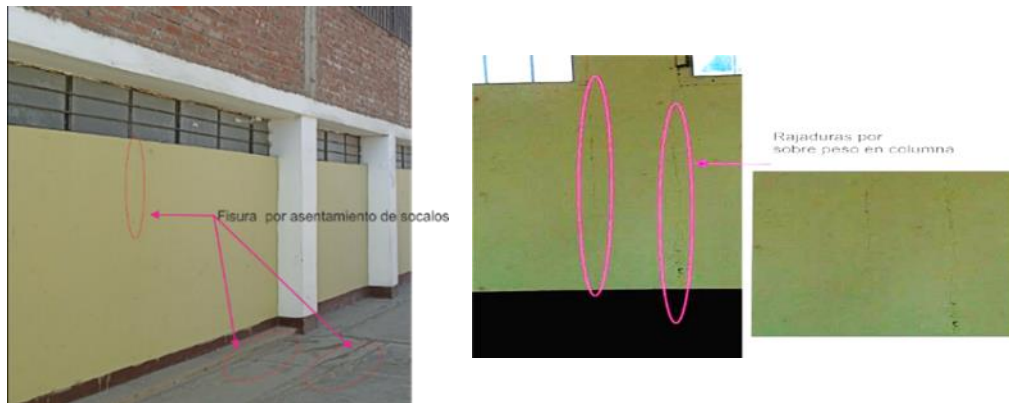


Figura 12. Construcción de segundo piso precario.
Nota. Fuente: Elaboración el autor.

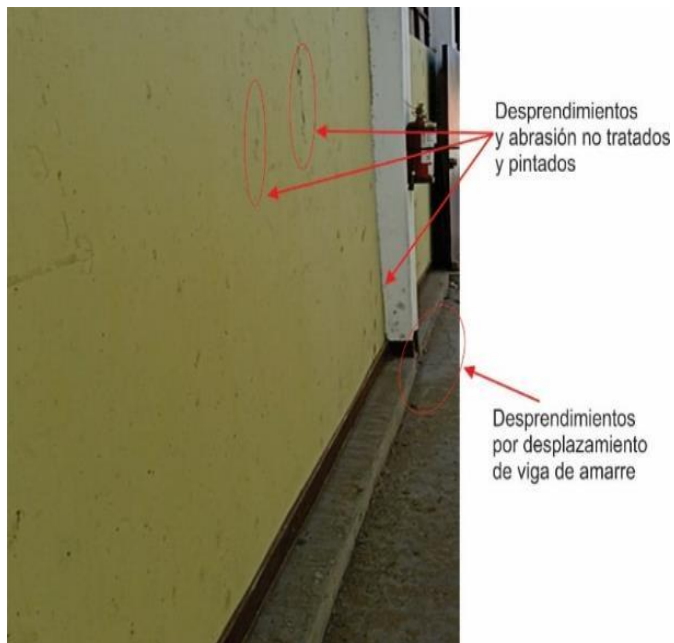


Figura 13. Desprendimientos en aula 6.
Nota. Fuente: Elaboración el autor

Se puede apreciar en la figura 13 la buena construcción de la viga de confinamiento; la misma que a pesar de soportar cargas gravitacionales para las que no fueron diseñadas; no han producido daño significativo en el muro, más allá de desprendimientos leves.

Aula 07

Tabla 9 Patologías de aula 7

| ID | Disgregaciones | Fisuración | Deformaciones | Erosión |
|---------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Aula 07 | Media | Alta | Leve | Media |
| Área | 30m ² | 0.5m ² | 1.8m ² | 54m ² |

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la tabla 9 se aprecia las patologías encontradas en el aula 7 se aprecia la deformación que no ha sido en los elementos estructurales sino en las veredas y pisos por desplazamiento a consecuencia de la construcción del segundo piso. En las figuras se aprecia mejor las patologías.



Figura 14. Fisura de vereda y viga de amarre por desplazamiento de zócalo y columna.

Nota. Fuente: Elaboración el autor.

En la figura 14 se aprecia fisura por desplazamiento de la vereda debido al desplazamiento de la estructura del edificio se aprecia también fisuración en la viga de amarre además de la fisura en la vereda.



Figura 15. Comparación de patología de compresión por segundo nivel (izquierda) y sin segundo nivel (derecha).

Nota. Fuente:

En la figura 15 se aprecia la degradación del concreto en columnas, se observa además la construcción artesanal del segundo nivel. No se aprecia deformaciones, en la construcción original, sin embargo, se aprecia deterioro del concreto en la construcción de dos pisos.

Pabellón 3

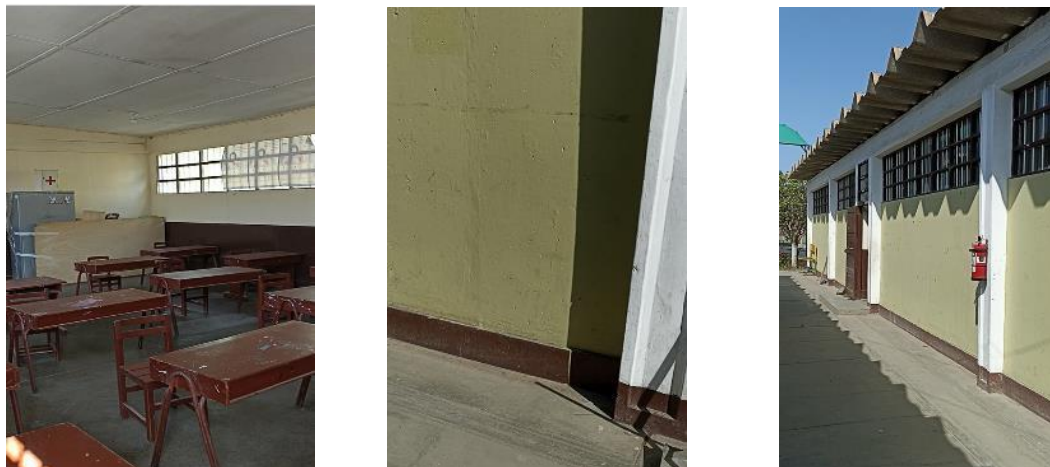


Figura 16. Estado de pabellón 3.

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la figura 16, se aprecia el pabellón 3, este pabellón esta como fue construido originalmente, aparenta en general un buen estado de conservación en el lado frontal e interiores.



Figura 17. Vista del pabellón 3 por la parte posterior.

Nota. Fuente: Elaboración el autor.

En la figura 17 se aprecia la parte posterior del pabellón 3, se aprecia que la infraestructura conservada tal como se construyó sin modificaciones, los daños son mínimos.

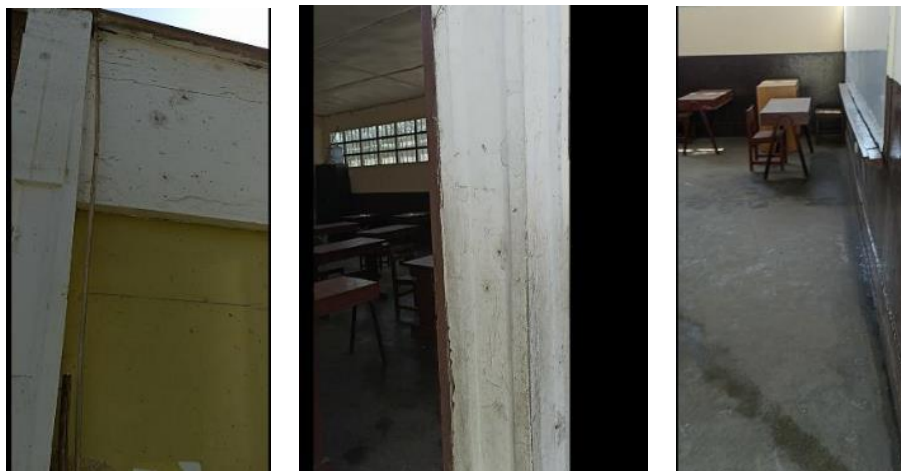


Figura 18. Patologías menores en el pabellón 3.

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la figura 18 se aprecia pequeñas fisuras y daño erosivo en el piso típicos del uso del tiempo. Son patologías de desgaste que no representan daño estructural.

Aula 08

Tabla 10 Patología en aula 8.

| ID | Disgregaciones | Área |
|----------------|-----------------------|------------------|
| Aula 08 | Leve | 30m ² |

Nota. Fuente: Elaboración el autor

Aula 09 y aula 10

No presentan patología

Pabellón administrativo

Tabla 11 Patología pabellón administrativo.

| ID | Disgregaciones | Fisuración | Infiltración |
|----------------------------|------------------|--------------------|------------------|
| Aula administración | | | |
| Frente | Leve | Leve | Leve |
| Posterior | | Media | |
| Área Techada | | Leve | |
| Área | | | |
| Frente | 30m ² | 0.5 m ² | 3 m ² |
| Posterior | | 1.0 m ² | |
| Área Techada | | 0.5 m ² | |

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la tabla 11 se aprecia que el pabellón administrativo presenta patología de disgregación leve 30 m², fisuración leve 0.5 m² y fisuración media, 1.0 m² así mismo presenta infiltración (eflorescencia) de nivel bajo en 3 m², estas se aprecian en las figuras.



Figura 19. Vista posterior del pabellón administrativo.

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la figura 19, se aprecia la parte posterior, donde se parecía daños ambientales al concreto de la columna y descuido en conservación, las patologías son mínimas.



Figura 20. Fisuras por inadecuada conservación y protección ante la humedad y el ambiente.

Nota. Fuente: Elaboración el autor.

En la figura 20 se aprecia descuido de la estructura falta de protección frente al ambiente (humedad, lluvias, aniegos, calor, radiación ultravioleta) que ha producido fisuramiento en el concreto, pero se aprecia una gran resistencia.

Muro Perimetral

Tabla 12 Patología en muro perimetral

| Muro Perimetral | Disgregaciones | Ataque de sulfatos | Desplome Desprendimiento |
|-----------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------|
| Lado Norte | Media | Alta | Alta |
| Lado Este | Media | Alta | Alta |
| Lado Sur | Media | Alta | Alta |
| Lado Oeste | Media | Alta | Alta |
| Área | | | |
| Lado Norte | 305.81 m ² | 6.14 ml | 1.84 m ² |
| Lado Este | 206.55 m ² | 5.12 ml | 1.53 m ² |
| Lado Sur | 297.98 m ² | 6.14 ml | 1.84 m ² |
| Lado Oeste | 189.86 m ² | 4.09 ml | 1.23 m ² |

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la tabla 12 se aprecia las patologías del muro perimetral, se aprecia que todo el muro debe ser limpiado y protegido de disgregaciones un área de 1,000.20 m² (como se detalla en las figuras). El muro perimetral tiene como altura 2.09 m. Su lado norte cuenta con un perímetro lineal de 146.04 m, el lado este cuenta con un perímetro lineal de 98.64 m, el lado sur cuenta con un perímetro lineal de 142.30 m; por último, su lado oeste cuenta con un perímetro lineal de 90.67 m.

El lado “NORTE” cuenta con 12 columnas que presentan Ataque de sulfatos, el lado “ESTE” cuenta con 10 columnas con presencia de sulfatos, el lado “SUR” cuenta con 12 columnas con presencia de sulfatos y el lado “OESTE” cuenta con 8 columnas con presencia de sulfatos.

Otro aspecto que se halla es el ataque de sulfatos e las bases de las columnas del muro, las mismas que son de gravedad alta y en promedio tienen un largo de 0.51 m de columna con un ancho de 0.30 m; los mismos que hay que reparar por el lado externo.



Figura 21. Vista del muro perimetral.

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la figura 20, 21, 22 se aprecia el muro descuidado con patologías menores por falta de cuidado y conservación, se observa que presenta viga de amarre. Por otro lado, se aprecia que por motivos de seguridad se amplió la altura del muro perimetral como medida de protección delincuencia.



Figura 22 Falta de mantenimiento en los muros perimetrales.

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la figura 22 se aprecia el abandono de los muros en cuanto a su protección con pintura y limpieza. La altura del ataque producido por residuos orgánicos de mascotas asciende a los 0.515 m aproximadamente. Además, su lado norte cuenta con 12 columnas con sulfatación, el lado este con 10 columnas con sulfatación, el lado sur con 12 columnas y el lado oeste con 8 columnas con presencia de este elemento corrosivo. Recordemos que las columnas presentan un espesor de 0.30 m.

Edificio de servicios higiénicos

Tabla 13 Patología en servicios higiénicos

| ID: SS. HH | Disgregaciones | Ataque sulfatos | Fisuración | Deformaciones | Desprendimiento | Erosión | Infiltración |
|---------------|-------------------|-----------------|------------|---------------|-----------------|---------|--------------|
| Severidad | Media | Alta | Alta | Media | Media | Media | Alta |
| Área | 81 m ² | 8 col | | | | | |

Nota. Fuente: Elaboración el autor

En la tabla 13 se aprecia que las 8 columnas tienen todo el acero en un tramo significativo expuesto, a lo largo de la columna con presencia de fisuración y desprendimiento. Por otro lado, existe gran infiltración y deterioro de los muros,

por lo que se recomienda su reconstrucción, pues solo para arreglar las columnas se debería rehacerlas debido que el acero de exposición está a lo largo de la columna, todo ello unido a los muros deteriorados y las instalaciones sanitarias que corroen los muros gracias a su infiltración, deterioran la base de los cimientos y muros.



Figura 23. Uso inadecuado de las columnas del tanque elevado.

Nota. Fuente: Elaboración el autor



Figura 24. Erosión del concreto en columnas de servicios higiénicos.

Nota. Fuente: Elaboración el autor.

El análisis de las fallas se resume en la tabla.

Tabla 14
Listado de patologías encontradas.

| | Disgregaciones | Ataque sulfatos | Fisuración | Deformaciones | Desplome | Desprendimiento | Erosión | Infiltración |
|--------------------------------|----------------|-----------------|------------|---------------|----------|-----------------|---------|--------------|
| Pabellón 1 | | | | | | | | |
| Aula 01 | Leve | | | | | | | |
| Aula 02 | Leve | | | | | | | |
| Aula 03 | Leve | | | | | | | |
| Aula 04 | Leve | | | | | | | |
| Aula 05 | Media | | Media | | | | | Alta |
| Pabellón 2 | | | | | | | | |
| Aula 06 | Media | | Alta | Leve | | | Media | |
| Aula 07 | Media | | Alta | Leve | | | Media | |
| Pabellón 3 | | | | | | | | |
| Aula 08 | Leve | | | | | | | |
| Aula 09 | | | | | | | | |
| Aula 10 | | | | | | | | |
| Pabellón 4 | | | | | | | | |
| Aula 11 | | | | | | | | |
| Aula 12 | | | | | | | | |
| Aula 13 | | | | | | | | |
| Pabellón 5 | | | | | | | | |
| Aula 14 | | | | | | | | |
| Aula 15 | | | | | | | | |
| Aula 16 | | | | | | | | |
| Pabellón administrativo | | | | | | | | |
| Frente | Leves | | Leve | | | | | |

| | Disgregaciones | Ataque sulfatos | Fisuración | Deformaciones | Desplome | Desprendimiento | Erosión | Infiltración |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------------------|----------------|---------------------|
| Posterior | | | Media | | | | | Leve |
| Área techada 1 | | | Leve | | | | | |
| Muro Perimetral | | | | | | | | |
| Lado Norte | Media | Alta | | | | Alta | | |
| Lado Este | Media | Alta | | | | Alta | | |
| Lado Sur | Media | Alta | | | | Alta | | |
| Lado Oeste | Media | Alta | | | | Alta | | |
| Baños y servicios | | | | | | | | |
| Baños | Media | Alta | Alta | Media | | Media | Media | Alta |

Nota. Fuente: Elaboración el autor.

Se aprecia que las patologías no son graves y a excepción de los servicios higiénicos son reparables y devuelven las la estructura a su seguridad original.

Tabla 15:
Cuantificación de patologías.

| Identificador | Disgregaciones | Ataque sulfatos | Fisuración | Deformaciones | Desplome Desprendimiento | Erosión | Infiltración |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Pabellón 1 | | | | | | | |
| Aula 01 | 30 m ² | | | | | | |
| Aula 02 | 30 m ² | | | | | | |
| Aula 03 | 30 m ² | | | | | | |
| Aula 04 | 30 m ² | | | | | | |
| Aula 05 | 30 m ² | | 1 m ² | | | | 54 m ² |
| Pabellón 2 | | | | | | | |
| Aula 06 | 30 m ² | | 0.5 m ² | 1.8 m ² | | 54 m ² | |
| Aula 07 | 30 m ² | | 0.5 m ² | 1.8 m ² | | 54 m ² | |
| Pabellón 3 | | | | | | | |
| Aula 08 | 30 m ² | | | | | | |
| Aula 09 | | | | | | | |
| Aula 10 | | | | | | | |
| Pabellón 4 | | | | | | | |
| Aula 11 | | | | | | | |
| Aula 12 | | | | | | | |
| Aula 13 | | | | | | | |
| Pabellón 5 | | | | | | | |
| Aula 14 | | | | | | | |
| Aula 15 | | | | | | | |
| Aula 16 | | | | | | | |
| Pabellón administrativo | | | | | | | |
| Frente | 30 m ² | | 0.5 m ² | | | | |
| Posterior | | | 1 m ² | | | | 3 m ² |

| Identificador | Disgregaciones | Ataque sulfatos | Fisuración | Deformaciones | Desplome Desprendimiento | Erosión | Infiltración |
|---------------------|------------------------|-----------------|--------------------|---------------|--------------------------|--------------|--------------|
| Área techada 1 | | | 0.5 m ² | | | | |
| Servicio Higiénicos | | | | | | | |
| Baños | No reparables | No reparable | No reparable | No Reparable | No reparable | No reparable | No reparable |
| Muro Perimetral | 1000.20 m ² | 21.48 ml | | | 6.44 m ² | | |

Nota. Fuente: Elaboración el autor.

En la tabla 15 se aprecia en metros el nivel de patologías, de concreto en toda la Institución Educativa. Es de destacar que en el caso de sulfatación el tratamiento es por metro lineal de columna. En el caso de los baños, estos convienen una nueva construcción pues las patologías son diversas y de grande extensión además de su severidad. Por otro lado, deben ser ampliados a la demanda actual.

Tabla 16: Resumen de cuantificación de patologías.
Resumen de cuantificación de patologías.

| Severidad | Disgregaciones | Ataque sulfatos | Fisuración | Deformaciones | Desplome Desprendimiento | Erosión | Infiltración |
|-----------|------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| Leve | 180.00 m ² | - | 1.0 m ² | 3.60 m ² | - | - | 3.00 m ² |
| Media | 1090.20 m ² | - | 2.0 m ² | - | - | 108.00 m ² | - |
| Alta | - | 21.48 ml | 1.0 m ² | - | 6.44 | - | 54 m ² |

Nota. Elaboración el autor

En la tabla 16 se resume las patologías, de las aulas y el muro perimetral que en disgregaciones de severidad leve son 180.00 m², las disgregaciones de severidad media son 1090.20 m². En lo que respecta a ataque de sulfatos esa es de 21.48 ml de columna que deben repararse, generalmente cada columna tiene un tramo promedio de 0.51 m que requieren ser reparados. Respeto a deformaciones estas cubren aproximadamente 3.60 m², que se dan en el suelo de aulas y veredas por construcción de segundo piso. Desplome desprendimiento 6.44 m², de nivel leve, erosión 108.00 m² e infiltración leve 3.0 m² y alta de 54.00 m².

3.2 Desarrollar una propuesta de solución para las patologías de concreto encontradas

3.2.1 Disgregaciones (Anexo 3A).

Leve

Aquellas disgregaciones que no son fisuras y que son producto del envejecimiento y no tienen sobrecarga de en la estructura, ni humedad o sulfuros.

Se recomienda realizar las siguientes actividades:

- Ligamiento de la pared
- Masillado
- Pintura interior o Pintura exterior (resistente UV)

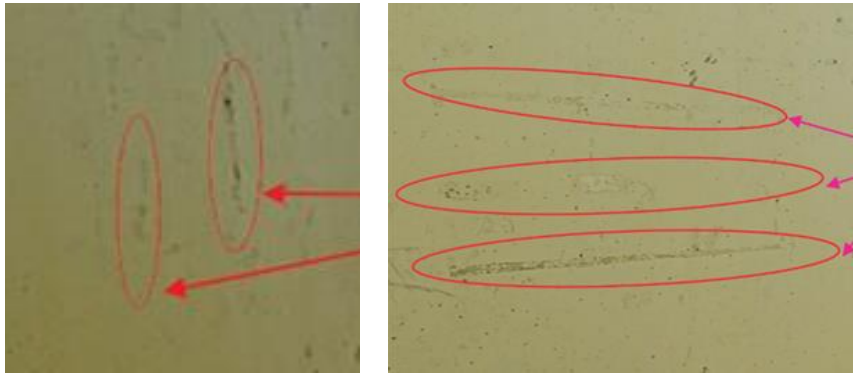


Figura 25. Disgregaciones leves.

Nota. Fuente:

3.2.2 Fisuración (Anexo 3D).

Debido a sobrecarga o deterioro de los componentes de acero.

Leve – Media

- Lijado de área
- Masillado masilla surfactante
- Masillado a presión
- Lijado

Alta

- Evaluar resto de desprendimiento o desplome, de ser así forzar el desprendimiento
- Rellenar con masilla de concreto o mezcla con aditivo.
- Sanear la superficie
- Pintar

3.2.3 Ataque de sulfatos (Anexo 3B).

- Eliminación del concreto deteriorado
- Preparación de sustrato
- Limpieza de superficie de acero
- Protección de la armadura y restauración de su capacidad resistente.

- Colocar el nuevo material de reparación (concreto)

3.2.4 Deformaciones (Anexo 3F).

Las deformaciones luego de su estudio, ha sido por sobrecarga, por lo que no continuaran ni ponen en riesgo la estructura, en lo que respecta a las losas, en cuanto a su nivelación y rellenado.

3.2.5 Desprendimiento, desplome (Anexo 3E).

Los desprendimientos o desplomes, se deben por compresiones en las columnas el cual puede deberse a muchos factores:

- Infiltración de agua y ataque acido del agua, ácidos (urea de aguas servidas)
- Degradación del concreto por infiltración de liquido
- Degradación de la adherencia del concreto al acero y desprendimiento

En estos casos se corregirá primero los problemas de infiltración, corrosión

- Se analizará si se necesita refuerzo de la viga y se agregará refuerzo.

Solucionada la causa:

- Se rellenará la viga con nuevo concreto y aditivos según necesidad.

3.2.6 Eflorescencias.

Existen 2 tipos de eflorescencias.

Leve: Humedad por temporadas o descuidos.

Alta: Gran destrucción del fierro por agua, acido y humedad constante (que se da en el baño, tanque de agua y reservorio. En el caso del baño, se recomienda su demolición y reconstrucción.

3.2.7 Erosión.

Se recomienda la aplicación de mortero con capacidad estructural, que desarrolla 460 kg/cm², de rápido fraguado (60 min) con excelente adherencia al concreto, impermeable y libre de contracción que brinda una reparación duradera recuperando la capacidad estructural de elementos y tiene un acabado estético.

3.3 **Proyectar la solución de la patología de concreto.**

Las soluciones propuestas muestran que la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse, puede reparar las patologías encontradas en su infraestructura, en caso la Institución Educativa lo requiera podría solucionarlas mediante la contratación de servicios externos.

Tabla 17: Tratamiento para disgregaciones.

| Disgregaciones | | Propuesta de solución |
|-----------------|------------------------|---|
| Leve | 180.00 m ² | Limpieza del área afectada, masillado con mortero y pintura protectora |
| | | Limpieza del área afectada, lijado, masillado con mortero y pintura epóxica |
| Media | 1090.20 m ² | Detalle apartado 3.2.1, anexo 02-A |
| Muro Perimetral | 1000.20 m ² | Después de solucionar la sulfatación |
| | | Limpieza, masillado con masilla epóxica |
| | | Pintado con pintura epóxica |
| | | Detalle apartado 3.2.1, anexo 02-A |

Nota. Elaboración el autor

Tabla 18: Tratamiento para ataque de sulfatos.

| Ataque Sulfatos | | Remedio |
|-----------------|--|---|
| Alta | 21.48 Metros lineales de columna | Eliminación del concreto deteriorado, limpieza del acero Pasivación del punto de adherencia, para impedir posterior corrosión promover la adherencia, Protección con resinas epóxicas del acero, reemplazo de mortero en la zona de columna reparada Detalle apartado 3.2.3, anexo 02-B |

Tabla 19: Tratamiento para fisuración.

| Categoría | Área | solución |
|-----------|--------------------|--|
| Leve | 1.0 m ² | Lavar la superficie, identificar fisuras marcar, siguiendo la ruta de la fisura se corta con pulidora aproximadamente 5 mm o según ancho y profundidad de 1 cm o según profundidad. Pintado vinílico |
| Media | 2.0 m ² | Lavar la superficie, identificar fisuras marcar, siguiendo la ruta de la fisura se corta con pulidora aproximadamente 5 mm o según ancho y profundidad de 1 cm o según profundidad. Pintado vinílico |
| Alta | 1.0 m ² | Estas están en el suelo o veredas, Lavar la superficie, identificar fisuras marcar, siguiendo la ruta de la fisura se corta con pulidora aproximadamente 5 mm o según ancho y profundidad de 1 cm o según profundidad. Se aplica sello epóxico, Detalle apartado 3.2.2, anexo 02-D |

Tabla 20: Tratamiento para deformaciones.

| Deformaciones | | Reparación |
|---------------|---------------------|--|
| Leve | 3.60 m ² | Las deformaciones son de las veredas principalmente, Reparación de fisuras, nivelación con resina epóxica Detalle apartado 3.2.4, anexo 02-E |

Tabla 21: Tratamiento para desplome o desprendimiento.

| Desprendimiento | | Reparación |
|-----------------|---------------------|--|
| Alta | 6.44 m ² | Reparación de causa de desprendimiento (infiltración, erosión, etc.) Relleno con ladrillo y mortero las zonas desprendidas o con mortero si son columnas. Detalle apartado 3.2.5, |

Tabla 22: Tratamiento para erosión.

| Erosión | | Reparación |
|---------|-----------------------|---|
| Media | 108.00 m ² | Dado que es media, lijado y pintado vinílico o epóxico Detalle apartado 3.2.7 |

Tabla 23: Tratamiento para infiltración.

| Infiltración | | Reparación |
|--------------|----------------------|--|
| Leve | 3.00 m ² | Limpieza y relleno con mortero con aditivo impermeabilizante Sellado de toda el área o la base con impermeabilizante Detalle apartado 3.2.6 Anexo |
| Alta | 54.00 m ² | Limpieza y relleno con mortero con aditivo impermeabilizante Sellado de toda el área o la base con impermeabilizante Detalle apartado 3.2.6 Anexo |

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Nuestros resultados encontraron una construcción básica simple, adecuada bajo los estándares de hace 35 años, pero en buen estado; a pesar de tres factores importantes; su tiempo, su simplicidad y falta de mantenimiento. Las patologías encontradas no son graves, están localizadas, y son reparables, gran parte de las disgregaciones y fisuras, son por desgaste natural del concreto en la armadura y ausencia de pintura protectora.

Otro tipo de falla es por la humedad, distintos factores durante el año (lluvias, fenómeno del niño, aguas contaminadas, residuos orgánicos de mascotas) entre otros, han producido sulfatación y erosión en la parte inferior de las columnas que no compromete significativamente el acero por lo que pueden ser reparadas.

Otro tipo de fallas es por adhesión de cargas muertas superiores a las que inicialmente la estructura fue diseñada, lo que ha llevado a fisuras por desplazamiento; sin embargo, por tratarse de un suelo adecuadamente afirmado, no se espera mayor consecuencia, así como de las losas de veredas, por lo que estas fisuras y desprendimientos solo requieren ser reparados.

Los aspectos de disgregaciones leves y erosión son atendibles mediante lijado, masillado y pintura adecuada. La pintura juega un rol importante en la protección del concreto.

Estos resultados están acordes a los hallados por da Silva et al., (2017) quien señala que los sistemas de inspección, diagnóstico y reparación de superficies depende de lo que se tiene planeado para la estructura, esto juega un rol muy

importante. En el caso de la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse, se trata de conservar esta estructura, garantizando que no se deteriore más a fin de ser segura y mantener su duración por más tiempo, ya que de desearse mayor capacidad tiene áreas para nuevas construcciones de ampliación, no siendo necesario demoler las actuales.

Los resultados convergen con los hallados por Khun et al., (2017) quien señala que la fortaleza de la construcción está en su diseño y reparación, en el caso de nuestra investigación, ha habido una sólida construcción confinada, en particular los cimientos, la protección periférica. Los daños en la base de las vigas, tanto de los muros como de algunos pabellones ha sido por la falta de control ante las lluvias, inundaciones, la falta de evaluación de daños, y mantenimiento ha producido daños reparables. Aspecto que a nuestra consideración no se da en los servicios higiénicos, los mismos que por la cantidad de desgaste en los componentes de fierro, daño en el concreto por afloración, la misma por su intensidad y tamaño del pabellón y mal estado de las tuberías, se recomienda rehacerla.

Existe la propuesta de solución, dado que, en su mayoría, las patologías son localizadas y reparables. Es importante destacar que la estructura no ha tenido daños fuertes ni climáticos. Solo en algunos salones se construyó segundo nivel de manera artesanal, sobrecargando la estructura, que a decir verdad no ha afectado significativamente los cimientos por lo que los daños son de intensidad media; se aprecia que el cimiento y el suelo pueden resistirla. Otras afecciones han sido; la falta de mantenimiento y protección (en particular, las sulfataciones y

corrosión en las bases de las columnas y en el caso de algunos pabellones descuido de las conexiones de agua) las mismas que han causado eflorescencias.

Estos resultados convergen con los hallados por Monteiro et al., (2017) quien señala que existen normas y productos de amplio espectro para corregir las patologías por el uso natural, por desatención, y en particular para limpiar los soportes de acero. Para los componentes de acero es necesario retirar los restos de concreto deteriorado hasta que queden descubiertos y recubrirlos con protectores alcalinos y el posterior relleno con concreto y aditivos, de esta forma como señala el antecedente se recupera la calidad, rendimiento, durabilidad y vida útil de las construcciones, evitando demoler esa parte de la estructura dentro las Instituciones Educativas.

En la misma línea de ideas con, Asencio (2020) convergen los resultados, sobre la presentación de patologías en muros y vigas. En el caso de la presente investigación el muro perimetral fue incrementado en altura, en este sentido la columna de amarre ha sido incrementada, y los cimientos si lo resisten, sin embargo, en los empotramientos con la columna por la parte interior de muro y exterior se aprecia degradación y sulfatación por residuos orgánicos de mascotas tanto en la columna como en el cimiento por la parte interna por no haberse controlado las la humedad e inundaciones, en la parte externa la falta de mantenimiento y contaminante como la urea de micción de animales y transeúntes, lluvias y exposición ambiental. Reforzar las base y cimientos retirando el concreto dañado, limpiando la estructura de acero, protegiéndola con adhesivo reinventores de oxidación y aditivos de concreto para una adecuada recuperación del concreto en Kg/cm²

Los resultados evidencian que después de 35 años y tras falta de mantenimiento, la estructura ha resistido estoicamente, resultados que convergen con (Sánchez, 2001), quien señala que el primer paso para mejorar las superficies de concreto es la identificación de las patologías que presentan, para analizar después cuáles son sus posibles causas y soluciones, proponiéndose 4 tipos de intervención, 1) Preservación, es un proceso en la cual se mantiene la estructura en su condición presente, para contrarrestar posteriores deterioros; 2) Restauración, proceso para restablecer los materiales, la forma o la apariencia que tenía una estructura en una época determinada; 3) Reparación, es el proceso de remplazo o corrección de materiales, componentes o elementos de una estructura, los cuales se encuentran deteriorados, dañados o defectuosos y 4) Rehabilitación, proceso de reparar o modificar una estructura hasta llevarla a una condición deseada. El en caso de nuestra investigación no se hicieron los trabajos de preservación que debieron ser anuales, tampoco se evaluó durante eventos como anegamientos de lluvias, lo que causó sobre humedad, corrosión y afloramiento, y sulfatación en algunos casos. En el caso de los baños el daño es significativo y no justifica su reparación (observe anexo 06).

4.2 Conclusiones

- 1) Sobre el diagnóstico y clasificación de las patologías de concreto de concreto armado, se encontró que a pesar de sus 35 años de funcionamiento y falta de mantenimiento de estructuras; estas, a excepción de los servicios higiénicos, presentan disgregaciones leves y medias; ataques de sulfatos alto en muros perimetrales, sin presencia de ataques de ácidos, fisuraciones leves, medias y

altas, pero reparables; deformaciones leves, desplomes medios en sectores de los muros perimetrales, erosión media e infiltraciones de nivel leve y alto.

- 2) Sobre el desarrollo de una propuesta de solución para las patologías de concreto presentes en la Institucion Educativa; se concluye que es viable, en particular la de sulfatación, fisuración y desprendimiento devolviendo la estructura a sus capacidades esteticas iniciales, a excepción de los servicios higiénicos. En esta area de servicio se recomienda rehacer las estructuras.
- 3) Se proyecto la solución de las patologías de concreto, la misma que puede resolver las capacidades esteticas iniciales de las estructuras con un proceso simple de contratacion de servicios.

REFERENCIAS

- Akroyd TNW. (2016). *Concrete: Properties and manufacture*. Elsevier.
- Asencio EC. (2020). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, sobrecimiento y muros de albañilería del cerco de la fábrica pesquera Copeinca del centro poblado Puerto Casma, distrito de Comandante Noel, provincia de Casma, región Áncash, agosto – 2019* [Tesis Titulación, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/18906>
- Castillo RO. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas, sobrecimientos, muros de albañilería confinada, del cerco perimétrico de la dirección regional de agricultura – gobierno regional de Ancash, provincia de Huaraz, departamento de Ancash—Noviembre 2016* [Tesis Titulación, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2101>
- Celestino JK. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Lucma progresivas (1+000 al 2+000), del caserío de Lucma, Distrito de Tarica, Provincia de Huaraz, Departamento Áncash—2018* [Tesis Titulación, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/5364>
- CFE. (1997). *Manual de tecnología del concreto* (4^a ed.). Limusa.
- da Silva C, Coelho F, de Brito J, & Silvestre J. (2017). Inspection, diagnosis, and repair system for architectural concrete surfaces. *Journal of Performance of Constructed*

Facilities, 31(5). [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001034](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001034)

Devoto JA. (2015). *Influencia de las patologías en la durabilidad del concreto armado de edificaciones en zonas cercanas al mar en la ciudad de Paita – Piura 2015* [Tesis Titulación, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería].

http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3799/EDIFICACIONES_CONCRETO_ARMADO_DEVOTO_PATINO_JORGE_ANTONIO.pdf?sequence=1

Díaz C, & Cornadó C. (2021). Repair of face brick facades sustained in reinforced concrete slabs. *Building Pathology and Rehabilitation*, 13. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-49202-1_5

Fernández, M. (2000). *Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos*. Beralmar.

Gestión. (2018). *El 50% de las escuelas en Perú deben ser demolidas por su antigüedad y deterioro*. <https://gestion.pe/peru/politica/50-escuelas-peru-deben-demolidas-antigüedad-deterioro-228193-noticia/?ref=gesr>

Hernández R, Fernández F, & Baptista P. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.

Hernández R, & Mendoza C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Infante SA. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las columnas, vigas, sobrecimientos y muros de albañilería del cerco perimétrico de la industria Veinte Veinte S.A.C., del distrito de Puerto Supe, provincia de Barranca, región Lima, Abril – 2018* [Tesis Titulación, Universidad Católica Los

- Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería].
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/6170>
- Kcana BR. (2021). *Análisis del origen de las patologías del concreto durante la construcción de la Institución Educativa N° 56370, distrito Livitaca, Cusco* [Tesis Titulación, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63568>
- Khun C, Mohd N, Chin S, Jen N, Wen L, Zawawi A, & Wahid O. (2017). Repair and rehabilitation of concrete structures using confinement: A review. *Construction and Building Materials*, 133, 502–515.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061816320190>
- Koro-Ljungberg, M. (2015). *Reconceptualizing Qualitative Research: Methodologies without Methodology*. SAGE Publications.
- Lozano LR. (2019). *Determinación y evaluación de patologías del concreto en el canal de riego de Tocush Pucro, entre las progresivas 0+500 km -1+500 km del distrito de Parihuanca, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash – 2019* [Tesis Titulación, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/13913>
- McComas, W. (2020). *Nature of Science in Science Instruction: Rationales and Strategies*. Springer Nature.
- MINEDU-Perú. (2020). *Diagnóstico de brechas de infraestructura o de acceso a servicios del sector educación para la PMI 2021-2023*.
<http://www.minedu.gob.pe/programacion-multianual-inversiones/pdf/2019/diagnostico-de-brecha-sector-educacion-pmi-2021-2023.pdf>

- Monteiro F, Trautwein L, & Almeida L. (2017). The importance of the European standard EN 1504, on the protection and repair of concrete structures. *J Build Rehabil*, 2(3).
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s41024-017-0022-0.pdf>
- Quispe KG. (2018). *Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado en edificaciones* [Tesis Titulación, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería].
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/10195/QUISPE_NAPANGA_APLICACION_TECNICAS_SOSTENIBLES_TESIS.pdf?sequence=1
- Rodrigues H, Furtado A, Rocha R, Vila N, & Pradhan P. (2018). Structural repair and strengthening of RC elements with concrete jacketing. *Strengthening and Retrofitting of Existing Structures*, 9, 181–198.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-5858-5_8
- Sánchez D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Stuardo, K. (2008). *Metodología de evaluación de elementos de hormigón armado existentes* [Tesis Titulación, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Ingeniería].
<http://www.civil.ucsc.cl/investigacion/memorias/kstuardo.pdf>
- Thomas, C. G. (2021). *Research Methodology and Scientific Writing*. Springer Nature.
- Uneke LA, Akpan PP, & Kormah LL. (2018). Effect of salinity in civil engineering concrete basement. *International Journal of Engineering and Modern Technology*, 4(2), 30–41.

<http://iardpub.org/get/IJEMT/VOL.%204%20NO.%202%202018/EFFECT%20OF%20SALINITY.pdf>

Vértiz JA. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado del reservorio elevado Tacalá v=1000 m³—Distrito de Castilla—Provincia de Piura—Departamento de Piura—Marzo 2018* [Tesis Titulación, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería].
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/4502>

Villalta, C. O. (2018). *Gestión de riesgos en la ejecución contractual de proyectos públicos de infraestructura educativa en colegios emblemáticos de la ciudad de Arequipa* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8605>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia.

“Análisis de patologías de concreto en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse, La Esperanza - Trujillo”

| PROBLEMA | HIPÓTESIS | OBJETIVOS | VARIABLES | DIMENSIONES | METODOLOGÍA | |
|--|--|---|------------------------|---------------------|---|-------------------------|
| <p>GENERAL ¿Qué propuesta de solución corrige las patologías de concreto en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo?</p> <p>ESPECÍFICOS ¿Cuáles son las patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo?</p> <p>¿Qué propuestas de solución existen para la corrección de las patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo?</p> <p>¿Qué propuesta de solución es la más adecuada para la corrección de patologías de concreto en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo?</p> | <p>GENERAL Es posible corregir las patologías de concreto mediante una propuesta de solución para en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse, en el distrito de La Esperanza - Trujillo.</p> <p>ESPECÍFICOS Existen patologías de concreto en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo que requieren corregir.</p> <p>Existen métodos para la corrección de las patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo.</p> <p>Existen propuestas de solución adecuadas para la corrección de patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo.</p> | <p>GENERAL Proponer una solución que corrija las patologías de concreto en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse. La Esperanza – Trujillo.</p> <p>ESPECÍFICOS Diagnosticar y clasificar las patologías de concreto</p> <p>Determinar las diferentes alternativas de solución que existen, para la corrección de las patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo</p> <p>Seleccionar propuestas de solución adecuadas para la corrección de patologías de concreto encontradas en la Institución Educativa Carlos Manuel Cox Rosse La Esperanza – Trujillo.</p> | Patologías de concreto | Origen Mecánico | Enfoque: De acuerdo al fin: | Cuantitativo |
| | | | | Origen higrotérmico | De acuerdo al alcance: | Descriptivo |
| | | | | Origen químico | De acuerdo al diseño | Descriptivo comparativo |
| | | | Propuesta de solución | | | |
| Propuesta para patología de Origen higrotérmico | | | | | | |
| Propuesta para patología de Origen químico | | | | | | |
| Propuesta para patología de Origen electro químico | | | | | | |
| | | | | | Técnicas Observación, análisis, síntesis. | |
| | | | | | Instrumentos Ficha de observación de patologías, Ficha de evaluación de patologías, Ficha de alternativas terapéuticas. | |

Anexo 02: patologías de concreto y tratamiento

Anexo 02-A. Patología Disgregaciones y desprendimientos

Las disgregaciones son roturas que se producen en el interior del concreto por tracciones internas que el concreto no puede resistir. Pueden producirse por causas muy diversas.

Las acciones de tipo físico que pueden deteriorar al concreto dando lugar a su desgaste superficial o a su pérdida de integridad o disgregación pueden ser de diferentes tipos tales como: hielo y deshielo; abrasión, cavitación y choques térmicos. Existen procesos muy variados de erosión del concreto, parte de ellos ligados a usos industriales específicos. Otros son de tipo más general y se resumen a continuación:

Desgaste superficial por abrasión

La abrasión producida por elementos que rozan sobre las superficies del concreto produce un desgaste muy importante del mismo que no sólo se traduce en la formación de una superficie suave y deslizante sino también, en muchas ocasiones, en la destrucción del concreto.

El desgaste superficial es producido por acciones mecánicas debidas a tráfico de peatones, vehículos ordinarios, vehículos industriales especiales y más excepcionalmente a la acción del oleaje, si el agua lleva partículas en suspensión. La resistencia a la abrasión es proporcionada por el árido grueso, pues el mortero tiene una resistencia al desgaste inferior a la del árido (Rodríguez H et al., 2018).

Desgaste superficial por cavitación

El fenómeno de cavitación ataca a la superficie del concreto en forma de picaduras que posteriormente se unen en zonas erosionadas amplias. Se trata de un arrancamiento progresivo del concreto.

Disgregación superficial por acción del hielo

Antes de la helada, tanto el mortero como el árido grueso absorben agua y expanden al congelarse. Los efectos producidos por el aumento de volumen dentro de los poros se traducen en tensiones importantes en el concreto que termina produciendo roturas locales en la superficie, con pérdida de material. Dicho deterioro se caracteriza por el progresivo

desprendimiento de trozos en forma de escama, en planos paralelos a las superficies. Estos efectos son tanto más importantes cuanto mayor sea la porosidad del concreto y cuanto mayor sea el número de ciclos hielo-deshielo a que se encuentre sometido.

Reparación Patología Disgregaciones y desprendimientos

Existe el mortero con aditivo impermeabilizante líquido, de fraguado normal para mortero y concreto. Se emplean para reconstruir volúmenes perdidos de concreto, desde masillas para espesores delgados hasta micro hormigones para grandes gruesos de reparación.

El mortero se puede aplicar tanto para restaurar la geometría y la estética de un elemento de concreto, evitando a la vez futuros daños, como para restaurar su función estructural.

Las propiedades de los morteros dependen mucho de sus componentes y su puesta en obra. Si no se escoge bien el mortero puede dar muchos problemas, sobre todo por la falta de adherencia que se puede producir entre el concreto antiguo y el mortero nuevo al momento de fraguar (retraer).

Existen tres grandes grupos de morteros de retracción, según la composición de su conglomerante:

1. Morteros hidráulicos (MH) y hormigones hidráulicos (HH):

Los morteros y hormigones hidráulicos se componen de un conglomerante en polvo, generalmente cemento portland, y áridos, que al mezclarse con agua endurece por hidratación. A la mezcla, igual que en las obras nuevas, se le añaden diversos aditivos y fibras hacen que el producto final sea más resistente y duradero.

2. Morteros hidráulicos poliméricos (MHP):

En estos morteros el conglomerante, el cemento portland, está modificado con unos polímeros en un porcentaje en sólidos que está entre el 5% y el 20%. Esto favorece el proceso de aplicación y fraguado, y mejora las propiedades finales. Las mejoras respecto a los morteros hidráulicos son la mayor adherencia con la superficie a repa-

rar, menor permeabilidad al agua, menor permeabilidad al CO₂ (reducción de la carbonatación), mayor resistencia a ambientes ácidos y mayor resistencia a tracción y a flexo tracción. Generalmente estos morteros se preparan en fábrica, aunque se pueden preparar en obra. En casos muy especiales el cemento se puede modificar añadiéndole adhesivos epoxi.

3. *Morteros poliméricos termoestables (MP):*

Los MP llevan conglomerantes constituidos por unos polímeros líquidos, las resinas, que tras una reacción exotérmica solidifican y se transforman en un polímero termoestable. Las resinas más comunes son el epoxi, aunque también se emplean otras como las acrílicas reactivas. El principal uso de estos morteros es para el anclaje de elementos metálicos. Los morteros epoxi varían mucho según sus componentes. Hay tres grandes grupos: Los morteros epoxi no estructurales, los morteros epoxi estructurales, y los morteros epoxi para suelos.

La disgregación es la formación y explosión repentina de burbujas de vapor. Debe garantizarse que la presión aplicada al punto de aspiración sea siempre superior a la presión de vapor del líquido, independientemente de la temperatura del medio.

Las disgregaciones son roturas que se producen en el interior del concreto por tracciones internas que el concreto no puede resistir. Pueden producirse por causas muy diversas como la reacción de componentes silicato tricálcico $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, Silicato di cálcico $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, Aluminato Tricálcico $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$, con los contaminantes de la humedad atmosférica que producen ácidos con la humedad ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$), de igual forma reacciona con los gases de contaminación de tránsito disueltos en vapor de agua como NO_x , SO_x , estos encuentran zonas vulnerables en el concreto donde germinan una relación ácida generando sales que incrementan el volumen se van incrementando y creciendo hasta que producen las pequeñas disgregaciones (Akroyd TNW, 2016).

Anexo 02-B. Patología Ataque de sulfatos

Para empezar, hay que saber que los sulfatos son compuestos químicos que están presentes en una gran variedad de concentraciones en el suelo, aguas subterráneas, aguas superficiales y aguas de mar.



Figura 26. Variedad de concentraciones de ataque de sulfatos.

Nota. Fuente:

Las formaciones de sulfato más comunes son sulfatos de sodio, potasio, magnesio y calcio.

Los daños en el concreto por reacciones con sulfatos surgen cuando, los sulfatos adicionales penetran en el concreto o hay adición posterior de sulfatos (por áridos contaminados con sulfatos). Este fenómeno se denomina “formación diferida de etringita” o etringita “secundaria. Ocurre de una manera heterogénea y muy posterior (después de meses o incluso años). Estas reacciones expansivas pueden producir también fisuración, desprendimientos del concreto y pérdida de resistencia, puesto que ocurren cuando el concreto ya está endurecido y es un cuerpo rígido.

El concreto expuesto a soluciones de sulfatos puede ser atacado y sufrir deterioro en un grado que depende básicamente de tres aspectos:

1. Los constituyentes del concreto

2. La calidad del concreto en el lugar
3. El tipo y la concentración del sulfato

Cuando se menciona acerca del ataque de sulfatos al concreto, es necesario conocer las características del concreto resistente a los sulfatos, de modo que podamos reconocer los pasos apropiados para minimizar el deterioro del concreto que se expone a estos compuestos químicos.

El ataque se presenta, cuando a través del agua, concentraciones relativamente altas de sulfatos entran en contacto con los compuestos hidratados de la pasta de cemento. Este contacto hace que se produzca una reacción química que genera expansión en la pasta y crea una presión capaz de romperla y finalmente desintegrar el concreto.

Los mecanismos que intervienen en el ataque del concreto por sulfatos son dos:

- Reacción del sulfato con hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento formando sulfatos de calcio (yeso).
- Reacción de sulfato de calcio con el aluminato de calcio hidratado formando sulfato aluminato de calcio (etringita).

Ambas reaccionan dan como resultado un aumento de volumen en el sólido, pero la segunda genera expansiones, rupturas y ablandamiento del concreto pues los sulfatos reaccionan con el aluminato de calcio hidratado.

Las consecuencias del ataque de sulfatos no solo producen degradación por expansión y fisuración, también, una reducción en la resistencia mecánica debido a la pérdida de cohesión en la pasta de cemento, lo anterior también conlleva a una pérdida de adherencia entre la pasta y las partículas de los agregados.

Origen de los sulfatos y características

Entre los sulfatos de origen natural se pueden mencionar algunos suelos orgánicos, suelos con turbas, algunos suelos arcillosos y aguas freáticas de los mismos, que pueden producir sales sulfatadas.

Los sulfatos en forma de sales más agresivas presentan las siguientes características visuales:

Los sulfatos en forma de sales más agresivas son: Sulfato de amonio (NH_4SO_4), Sulfato de calcio (CaSO_4), Sulfato de magnesio (MgSO_4), Sulfato de sodio (NaSO_4). En el presente estudio, el que principal causante se presume el sulfato de amonio, en particular en los baños, vinculados a la micción debido al desgaste de las instalaciones sanitarias en los baños, además por los ácidos y sustancias para limpieza sanitaria.

Otra fuente natural de sulfatos es el agua de mar que aparte de contener sales de sulfatos, está compuesta de otras sales que pueden ser un poco más agresivas con el concreto, entre las sales disueltas más comunes en el agua de mar están: Cloruro de sodio (NaCl), Cloruro de magnesio (MgCl_2) y Sulfato de calcio (CaSO_4) por el uso continuo de detergentes y las sales que contiene el agua.

Reparación de Patología Ataque de sulfatos

Como sulfatos de origen biológico se pueden considerar aquellos que provienen de la presencia de microorganismos sobre la superficie de concreto o de aguas residuales que experimentan descomposición biológica de carácter aeróbico en sustancias orgánicas que habitualmente contiene proteínas y/o azufre.

Entre los sulfatos de origen industrial se destacan los que proceden de aguas residuales con derivados orgánicos e inorgánicos del azufre, especialmente sulfatos. También están los que provienen de plantas industriales y fábricas fertilizantes, galvanizados, laboratorios fotográficos, entre otros, los cuales penetran el suelo o las aguas subterráneas. En zonas industriales y en zonas urbanas donde hay combustión de carbón o gasolina con azufre, se libera dióxido de azufre que en presencia de oxígeno y humedad forman ácido sulfúrico. Las lluvias ácidas también contienen sulfatos que atacan la superficie del concreto endurecido.

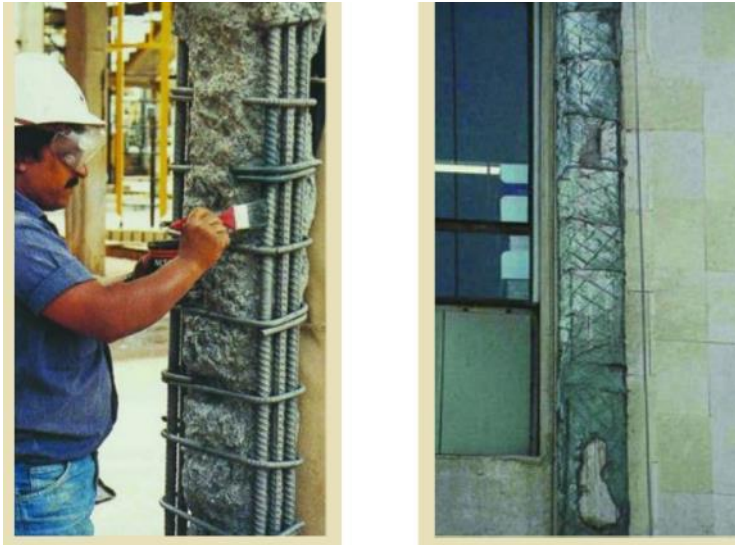


Figura 27. Reparación de patología de ataque de sulfatos.

Nota. Fuente:

Saneado:

Consiste en eliminar todas las partes sueltas o mal adheridas, con objeto de dejar una superficie resistente y coherente para la posterior colocación de los materiales de reparación. La forma más habitual de efectuar esta operación es manualmente, con una piqueta. De esta forma se eliminan sólo las partes sueltas, y no las partes resistentes, como podría pasar si se hiciera con un martillo neumático u otro medio mecánico en que no se controla la cohesión de lo que se está arrancando.

Limpieza:

Consiste en eliminar, de la superficie del concreto y del acero, todas las partículas que puedan disminuir la adhesión de los materiales que se van a poner encima. La superficie de concreto debe quedar libre de polvo, suciedad, lechadas y restos de otros oficios. Debe ser una superficie “finalmente rugosa” con la porosidad abierta para poder favorecer el anclaje mecánico de los productos de reparación.

La limpieza se realiza con un cepillo de púas. Este método deja la superficie del concreto en estado óptimo, porque es lo suficientemente agresivo para eliminar la adherencia superficial y partes no deseadas.

Pasivación y puente de adherencia:

Consiste en la aplicación de una lechada o imprimación sobre la superficie del acero expuesto, previamente limpio. Este producto tiene la doble función de pasivar la armadura impidiendo la posterior corrosión y de promover la adherencia con las posteriores capas a aplicar.

Los productos que se suelen utilizar son de tres tipos; lechadas de cemento, imprimación de resina epoxi y lechadas epoxi-cemento, mezcla de los dos productos anteriores. Estos productos están regulados por la norma UNE-EN-1504. Cualquier producto que se utilice para este uso debe estar obligatoriamente marcado CE de acuerdo con esa norma.

Según sea el producto, deberá marcarse como revestimiento activo, si lleva algún tipo de pigmento anticorrosión (se incluye el cemento) o como revestimiento barrera, si la única funcionalidad es impermeabilizar contra el paso de agua

Las lechadas de cemento provocan la pasivación de la armadura debido a la alta alcalinidad que confieren a la zona del entorno de la armadura. La adherencia la promueven en base a la rugosidad de su superficie que facilita el posterior anclaje de los productos posteriores.

Las resinas epoxi protegen contra la corrosión al crear un recubrimiento impermeable de la armadura. Hay que espolvorear arena sobre el producto fresco con objeto de mejorar el agarre posterior de los morteros.

Los productos a base de epoxi-cemento tienen las ventajas del epoxi y del cemento combinadas. Logran una óptima pasivación y mejoran de adherencia.

La aplicación de todos ellos puede hacerse por medios manuales (mediante brocha o cepillo) o por medios mecánicos (mediante proyección con una pistola adecuada). Con esta última forma se logran unas grandes mejoras en rendimientos.

Regeneración:

Consiste en la colocación de un mortero, en las zonas donde se haya perdido o saneado el concreto, hasta conseguir devolver la estructura al perfil que tenía previamente. Las exigencias para los productos a utilizar son:

Buena adherencia al soporte. Esta es la parte más importante, pues si los productos no adhieren adecuadamente y el elemento estructural no actúa monolíticamente, las demás características no tienen ningún sentido.

Retracción compensada de tal forma que no tienda a disminuir de volumen, y por tanto a despegarse.

Buenas resistencias mecánicas, especialmente a tracción, de tal forma que el producto sea capaz de aguantar las cargas a que vaya a estar sometido y que no se fisure.

Los productos que se suelen utilizar para este tipo de usos son:

Morteros a base de cemento y áridos, mejorados con resinas sintéticas y fibras. Son los productos más ampliamente utilizados, pues ofrecen unas características adecuadas a un precio reducido.

Morteros a base de resina epoxi. Son productos de unas características mecánicas y químicas notables, pero son bastante más caros que los productos anteriores, por lo que su uso solo está recomendado en casos muy especiales.

La forma de aplicación de ambos productos suele ser por medios manuales, con una llana o paleta. En cambio, para grandes superficies de regeneración, se pueden también aplicar los morteros cementosos por medio de proyección mecánica, por vía húmeda o seca.

Los morteros de reparación de concreto están regulados por la norma UNE-EN-1504-3. Cualquier mortero que se utilice para regenerar concreto deteriorado debe obligatoriamente estar marcado CE de acuerdo con esa normativa.

Se distinguen los morteros en categorías, R1 a R4, de más baja a más altas prestaciones. Los tipos R1 y R2 se utilizan únicamente para reparaciones no estructurales, mientras

que, con los dos tipos superiores, R3 y R4, se pueden hacer reparaciones de elementos estructurales de concreto.

En resumen, podemos decir que las técnicas de reparación del concreto han llegado para quedarse; debemos ser conscientes de que se ha construido mucho, aunque en ocasiones no de la forma más correcta por lo que tenemos que mantener, rehabilitar y reparar todo desperfecto.

El concreto puede sufrir deterioros por múltiples causas siendo la corrosión con diferencia la principal, sin embargo, existen técnicas comprobadas y contrastadas de reparación, con gran experiencia a lo largo del tiempo. Siguiendo esas técnicas y métodos se pueden conseguir reparaciones exitosas y duraderas.

Anexo 02-C. Patología de Ataque de ácidos

Es la primera causa de deterioro del concreto, el deterioro no es debido a un ataque químico al concreto, sino al otro componente que lo conforma, el acero de la armadura. Esta armadura está protegida por el concreto que la rodea y que le proporciona la alcalinidad necesaria para evitar la corrosión.

Sin embargo, en determinadas condiciones como ambiente marino o sales de deshielo, los cloruros pueden penetrar en el concreto hasta la armadura. Con la presencia del oxígeno y la suficiente cantidad de iones cloruros disueltos en el agua de los poros del concreto, se puede instigar la corrosión de la armadura, incluso en condiciones de alcalinidad alta.

En estas circunstancias se pueden producir roturas y puntos débiles en la fina capa pasivante de óxido de la superficie del acero, debido a la formación de sales hidrociorídricas. Así puede comenzar la corrosión por puntos (“pitting”). Bajo ciertas condiciones, estos puntos de corrosión pueden crecer rápidamente y causar una gran pérdida de sección con serias implicaciones estructurales.

El concreto le ofrece protección contra la corrosión al acero de refuerzo, ya que el oxígeno presente dentro del concreto forma una película de óxido en las barras, que constituye una capa pasiva que impide una corrosión profunda. Además, el carácter básico y la resistencia eléctrica del concreto que recubre el acero evitan la penetración de agentes agresivos.

La principal causa de la corrosión del acero de refuerzo es la disminución de la alcalinidad del concreto que se encuentra expuesto a sustancias agresivas del medio ambiente como los cloruros y los ácidos. La corrosión en estructuras de concreto estructural depende de los siguientes factores:

- *La permeabilidad del recubrimiento:* Los procesos de corrosión se dan por el fenómeno de difusión en los poros del concreto, de sustancias como el oxígeno, dióxido de carbono o los iones cloruro, que combinados con la humedad ambiental aceleran el deterioro del acero. Un concreto fabricado con una alta relación A/C, una mala compactación, segregación de la mezcla, un deficiente curado y un secado prematuro por efectos del viento o la radiación solar; se convierte en un concreto con

- alta porosidad y permeabilidad en la zona del recubrimiento, que facilita el ingreso de sustancias agresivas que corroen las armaduras y deterioran el elemento estructural.
- *El espesor del recubrimiento:* Según la Segunda Ley de Fick, la velocidad de penetración del carbonato es proporcional a la raíz cuadrada del tiempo de exposición (Sánchez de Guzmán, 2002); por lo que se estima que, si el recubrimiento de un elemento es la mitad que el de otro elemento, el primero sufre oxidación de su refuerzo en una cuarta parte del tiempo que el segundo, estando ambos expuestos a las mismas condiciones ambientales y construidos con el mismo concreto. (Ver ecuación 2).
 - *Penetración de cloruros:* Los cloruros provienen del agua de mar, sales de deshielo y otros iones con un pH cercano a 9; estos producen picaduras locales que disminuyen la sección de las barras de acero. La penetración de cloruros se favorece en los ciclos de humedecimiento y secado.

Reparación de Patología de Ataque de ácidos

La corrosión electroquímica es la que se da dentro del concreto, ya que se trata de una reacción química en donde se produce transferencia de iones y electrones en un medio acuoso. La corrosión ocurre dentro de una celda electroquímica, que está formada por: un ánodo donde ocurre la oxidación, un cátodo donde ocurre la reducción, un conductor que ponga en contacto al cátodo con el ánodo y el electrolito para cerrar el circuito.

Los iones Fe^{2+} y OH^- se combinan para formar hidróxido de hierro (Fe) que combinado con el agua de la atmósfera forman óxido o herrumbre. El óxido de hierro es expansivo, llega a aumentar desde 2 a 7 veces su volumen, dependiendo de la cantidad de oxígeno disponible para la reacción. Dicho aumento de volumen provoca esfuerzos radiales de tensión que producen fisuras y delaminaciones en el concreto, trayendo como consecuencia la disminución de la adherencia entre el concreto y el refuerzo, generando finalmente una pérdida considerable en la capacidad mecánica del elemento estructural. En la figura 55 se muestra un esquema del deterioro provocado por la corrosión.

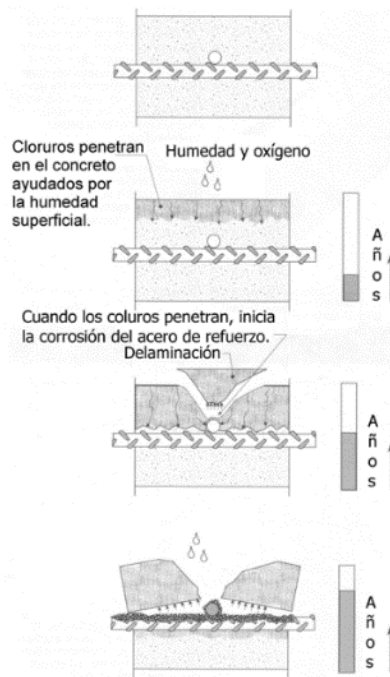


Figura 28. Esquema del deterioro provocado por la corrosión.

Nota. Fuente: Adaptado de (Emmons, 1993).

Ataque de ácidos

- Se prefieren los cementos con menor contenido de CS, para que se libere menos cantidad de cal libre soluble.
- Se deben construir elementos con baja permeabilidad y porosidad, por lo que se tienen que usar mezclas con una baja relación A/C y alta compactación. Se pueden utilizar densificantes a base de microsílica.

Corrosión del acero de refuerzo

- Utilizar concretos con bajas relaciones A/C.
- Compactar y vibrar el concreto sin provocar segregación.
- Limitar el ancho de fisuras y juntas.
- Controlar la cantidad de ión cloruro (Cl-) aportado por los componentes del concreto (cemento, agua, agregados y aditivos). Según el apartado 4.4.1. del ACI 318-02, la concentración máxima de cloruro en un concreto reforzado expuesto a sustancias con

Cl- es de 0,15% del peso de cemento; esto medido entre los 28 y 42 días de edad siguiendo la prueba ASTM C1218.

- Emplear aditivos a base de nitritos los cuales mitigan el ataque del cloruro.
- Garantizar recubrimientos adecuados del acero de refuerzo para elementos de concreto en contacto con suelo, agua y aguas residuales, ver tabla 3.3.

Anexo 02-D. Patología de Fisuración

La razón principal para sellar las fisuras en una estructura de concreto es la durabilidad de la estructura. Por las fisuras pueden ingresar los agresores del medio ambiente hacia los aceros de refuerzo (humedad, dióxido de carbono, materiales disueltos contenidos en los suelos, sales (cloruros) disueltos en el agua de mar, etc.). Las fisuras son como las heridas abiertas por donde entran las enfermedades.

Cuando los agresores del medio ambiente alcanzan las barras de acero de refuerzo empieza un proceso de corrosión. El óxido que aparece en las barras de refuerzo es el producto de la corrosión. Estos productos de la corrosión ejercen una fuerza de tensión en el concreto circundante logrando fracturarlo al cabo de cierto tiempo. Es así como vemos una estructura con el concreto desportillado (fracturado) por donde sale un material café oscuro (el óxido).

Hay que evitar que el agua entre al interior de la estructura. El agua es uno de los agentes necesarios para que se presente el problema de la corrosión el cual deteriora la estructura. Además, las estructuras de concreto están concebidas para no dejar pasar el agua hacia el interior y deben generar comodidad a sus ocupantes (en el caso de edificios, casas, etc.). Cuando una fisura atraviesa un elemento estructural (viga, columna, losa, muro, etc.) se ve afectada su rigidez. Dependiendo del ancho de la fisura, el elemento vería comprometida su capacidad de soportar las cargas de servicio. Es por ello que es importante inyectar estas fisuras y restituir el monolitismo perdido.

Hay 3 factores que nos sirven para elegir el mejor procedimiento para la reparación de las fisuras: Ancho de la fisura, movimiento de la fisura y condición de humedad de la fisura.




| | | |
|--|---|---|
|  |  |  |
| <p>Ancho de la fisura Se pueden inyectar fisuras con un ancho mínimo de 0.15 mm (ancho de un cabello humano), y con un ancho máximo de 6 mm aproximadamente (para el caso de resinas epóxicas, acrílicas inyectadas a presión). El ancho de la fisura determina la viscosidad del producto a utilizar, siendo menos viscoso para fisuras pequeñas y más viscoso para las fisuras más anchas. También determina el producto a utilizar; fisuras con anchos de hasta 6 mm pueden inyectarse con resinas de tipo epóxico o acrílico. Para anchos superiores a 6 mm empiezan a ser importantes los materiales cementosos tipo grout.</p> | <p>Es necesario determinar si la fisura es activa (tiene movimiento) o es inactiva (sin movimiento). Para las fisuras activas escogemos materiales de inyección que sean flexibles con capacidad de elasticidad limitada y para las fisuras inactivas se pueden escoger resinas rígidas que restituyan la rigidez y el monolitismo de la sección (por ejemplo, resinas epóxicas).</p> | <p>¿Es una fisura seca (temporalmente), o es una fisura con humedad permanente?; ¿el agua presente en la fisura tiene presión? Las respuestas a estas preguntas definen el tipo de producto a utilizar y la metodología de inyección. Por ejemplo, para las fisuras con humedad (y con agua a presión incluso), se recomiendan resinas que reaccionan con el agua y se expanden sellando la fisura y la entrada de agua hacia el interior de la estructura. Estas resinas pueden ser de poliuretano expandible o no expandible. También se utilizan resinas acrílicas flexibles y no expandibles en contacto con agua que dan un sello más permanente a la inyección.</p> |

Figura 29. Factores que nos sirven para elegir el mejor procedimiento para la reparación de las fisuras.

Nota. Fuente:

Reparación de Patología de Fisuración

Métodos de inyección de las fisuras

1. Inyección con boquillas ancladas (Mechanical packers).

Este método de inyección es normalmente utilizado para sellar fisuras con presencia de agua (a presión o sin presión). Este problema se presenta en estructuras enterradas que tienen un nivel freático alto y en donde no se tomaron precauciones para que el agua no ingresara al interior del edificio. Es típico ver estos problemas en los muros de contención de los sótanos, losas de los sótanos y tanques que contienen agua.

Se utilizan unas boquillas que se anclan a los lados de la fisura a inyectar, previa perforación con un taladro hasta interceptar la fisura.

El procedimiento de inyección se puede resumir así:

1. Perfore a ambos lados de la fisura con un ángulo de 45° hasta interceptar a la fisura. El diámetro de la perforación será el mismo de la boquilla más 2 mm. La longitud de la perforación puede ser del mismo espesor del elemento a inyectar.

2. Colocar las boquillas de inyección intercaladas a una distancia no mayor a $d/2$ (d = espesor del elemento). Ver la figura 5a.
3. Conectar el equipo de inyección y empezar a inyectar la resina, teniendo en cuenta de cambiar de boquilla cuando la resina empieza a salir por la boquilla adyacente. Ver la figura 5b.

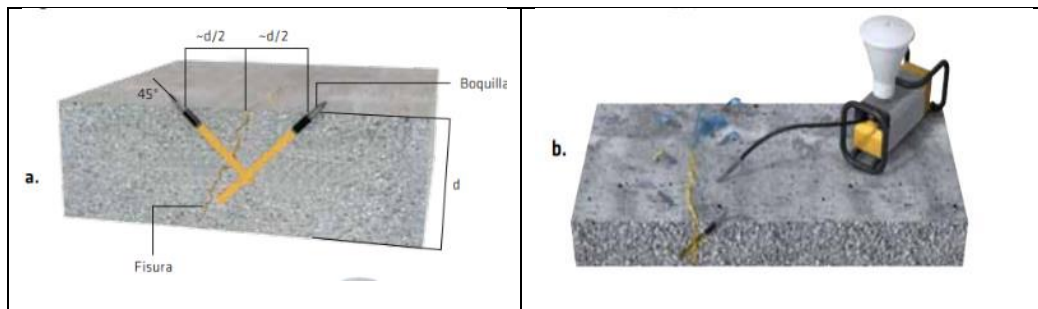


Figura 30. Colocación de las boquillas de inyección intercaladas - Conexión del equipo de inyección.

Nota. Fuente:

Productos Sika:

SikaFix®-HH

Resina líquida de poliuretano de 2 componentes (relación 1:40 (B: A)), expandible al entrar en contacto con agua.

Sika®Injection-101

Resina líquida de poliuretano de 2 componentes (relación 1:1 (B: A)), expandible al entrar en contacto con agua.

Sika®Injection-306

Resina líquida acrílica de 2 componentes, NO expandible al entrar en contacto con agua.

2. *Inyección con boquillas superficiales (Surface packers).*

Este método de inyección es normalmente utilizado para inyectar una resina epóxica rígida en una fisura inactiva (sin movimiento) que no tiene presencia de agua. Es el caso de la inyección de fisuras en elementos estructurales como vigas, columnas,

losas, muros, etc., en donde necesitamos recuperar la rigidez y el monolitismo además de evitar el ingreso de agresores hacia el acero de refuerzo. Es típico ver estos problemas cuando se sobrepasan las cargas de servicio (muerta y viva) en los elementos estructurales o cuando son sometidos a los movimientos producidos por un sismo.

Se utilizan unas boquillas que se colocan en la superficie mediante el uso de una resina de sello que las fija en el centro de la fisura a inyectar. Ver la figura 6.

El procedimiento de inyección se puede resumir así:

1. Prepare el sustrato usando una pulidora. Luego limpie usando una brocha y una aspiradora.
2. Coloque las boquillas en la superficie, insertando una puntilla para centrar las boquillas en las fisuras. Coloque el adhesivo de sello en la fisura y alrededor de las boquillas. Las boquillas pueden separarse una distancia igual al espesor del elemento a inyectar. Ver la figura 7a.
3. Cuando haya fraguado el adhesivo de sello, conecte el equipo de inyección y empiece a inyectar la resina de baja viscosidad. Pásese a la siguiente boquilla cuando la resina de inyección empiece a salir por la boquilla adyacente.
4. Al día siguiente, retire por medios mecánicos las boquillas y el adhesivo de sello.

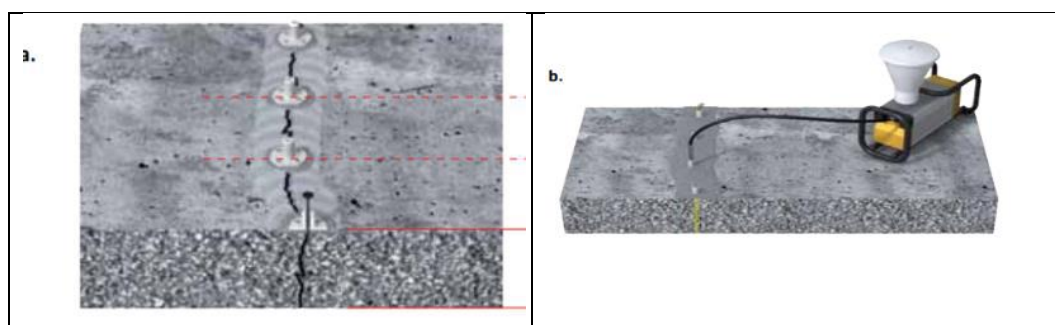


Figura 31. Colocación de las boquillas en la superficie.

Nota. Fuente:

3. Inyección tipo cortina (*curtain injection*).

Este método de inyección es normalmente utilizado para sellar fisuras con presencia de agua (a presión o sin presión) mediante el uso de una resina acrílica flexible. En

los sótanos pueden aparecer fisuras (filtraciones) en grandes áreas por varias razones como: inadecuado diseño de la mezcla de concreto, mala colocación y compactación del concreto, movimientos del suelo y niveles freáticos altos. Estas áreas grandes se pueden sellar con el método de inyección tipo cortina, inyectando detrás de la estructura de concreto.

Se utilizan unas boquillas que se anclan en toda la superficie del muro a inyectar. El objetivo es inyectar una resina que forme una cortina en la parte trasera del muro y evite la entrada del agua al interior del edificio. Ver la figura 8.

1. Haga las perforaciones para colocar las boquillas de inyección (mechanical packers) en toda el área del muro a inyectar. Estas perforaciones estarán separadas entre 30cm y 50cm.
2. Coloque las boquillas de inyección en la superficie del muro. Ver la figura 8a.
3. Conectar el equipo de inyección y empezar a inyectar la resina acrílica flexible, teniendo en cuenta de cambiar de boquilla cuando la resina empieza a salir por la boquilla adyacente. Empezar a inyectar desde las boquillas inferiores. Ver la figura 8b.

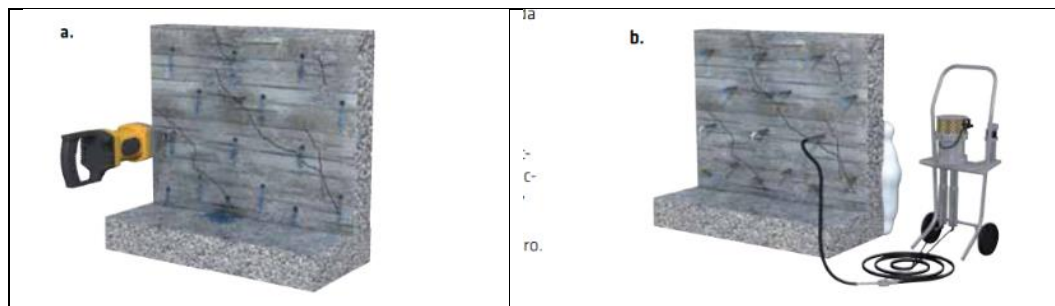


Figura 32. Colocación de las boquillas de inyección en la superficie del muro y conexión del equipo de inyección.

Nota. Fuente:

Sika®Injection-306

Resina acrílica líquida de 2 componentes, de baja viscosidad para el sello permanente de filtraciones.

4. Inyección por gravedad.

Este método de inyección es normalmente utilizado para inyectar una resina epóxica rígida en una fisura inactiva (sin movimiento) que no tiene presencia de agua. El procedimiento se realiza por gravedad, sin utilizar un equipo de inyección a presión aprovechando que la fisura está en el piso.

Se debe hacer un dique que contenga a la resina de baja viscosidad mientras ésta penetra en la fisura. Si la fisura ha atravesado toda la losa, se debe sellar por la parte inferior de la misma para evitar que se escape la resina de inyección.

Productos Sika:

Sikadur®-35 Hi Mod LV

Resina epóxica de 2 componentes de baja viscosidad y alto módulo.

Sikadur®Crack Weld

Kit de Inyección de Fisuras en el concreto/mampostería sólida.

Anexo 02-E. Patología de Deformaciones

En caso de cimientos para corregir dicha deficiencia, una técnica denominada “costillas”, la cual consiste en reforzar el cimiento de manera transversal mejorando el espesor del elemento, evitando de esta manera deflexiones excesivas que lleven al concreto a la falla y el acero agregado contribuye a tomar los esfuerzos de flexión

Los tres métodos más utilizados son el reforzamiento superficial (costilla), ampliación lateral del cimiento cuando el mismo quedó de menor dimensión en comparación al ancho solicitado, donde la técnica es similar a las costillas y por último la sustitución que se da cuando el cimiento del todo no es aceptado porque presenta daños visibles, como fisuras de gran tamaño en el concreto por su falta de resistencia ante las solitudes de carga, pero esta no aplica para los fines establecidos.

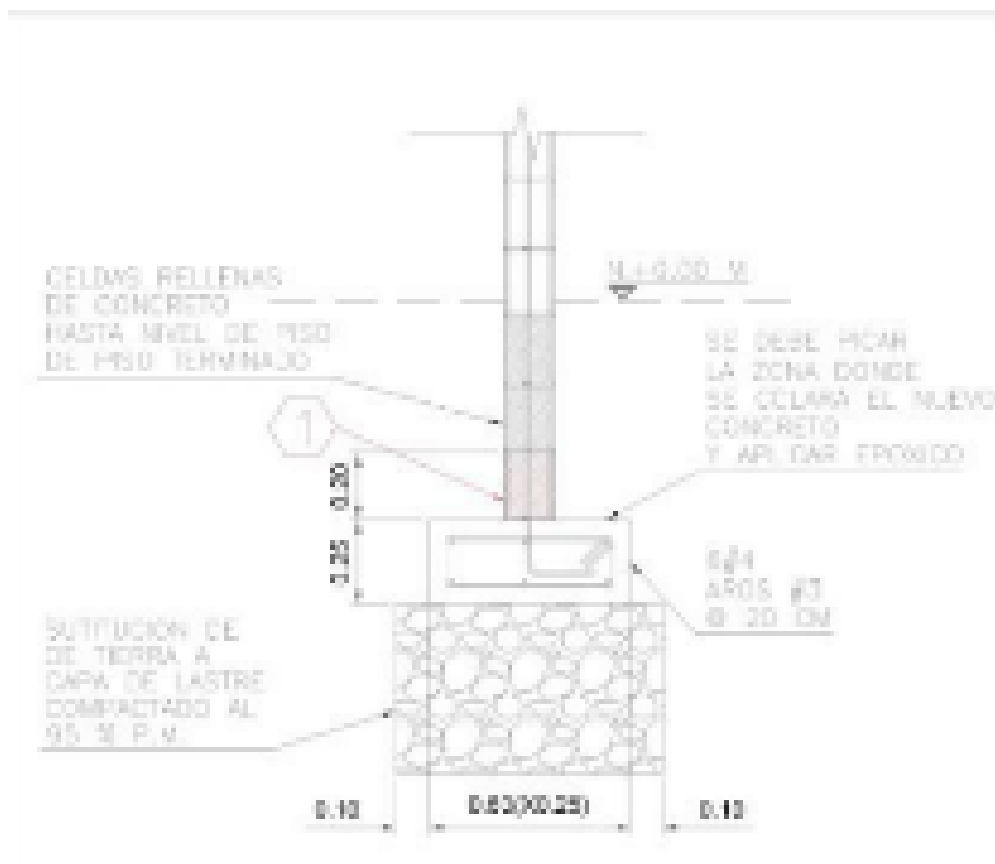


Figura 33. Método de deformación.

Nota. Fuente:

Reparación de Patología de Deformaciones

Columnas

Las columnas de concreto con refuerzo de acero pueden presentar dos problemas típicos, uno de ellos es la poca resistencia del concreto por las causas antes mencionadas para el mismo, pero sí cuenta con la debida armadura, para este caso se presentan dos alternativas de reforzamiento, una de ellas es el encamisado con una estructura metálica (Caso 1) y la otra es construir un anillo de concreto con el refuerzo de acero debido para mejorar la capacidad de la columna (Caso 2), en ambos casos son obras complementarias.

El otro caso que se puede dar es que el concreto posea una resistencia adecuada, pero por error humano no se colocó todo el refuerzo o aros requeridos, para este caso se debe reparar la zona afectada únicamente (Caso 3).

Caso 1

El encamisado con estructura metálica es una técnica muy sencilla, pero poco atractiva, ya que afecta el aspecto arquitectónico de la obra y, por lo tanto, no es tan utilizada; sin embargo, es importante mencionarla como alternativa de reforzamiento.

Para realizar esta técnica es necesario determinar cuál o cuáles son las columnas que no lograron obtener la resistencia necesaria y calcular la carga tributaria, de tal manera que se pueda diseñar una estructura complementaria que soporte la totalidad de la carga, evitando de esta manera que el concreto falle en su núcleo por la falta de resistencia.

La estructura complementaria es una columna metálica que consta de cuatro vértices sean estos angulares, platinas o tubos de hierro negro con rigidizadores diseñados para evitar un pandeo local o total de la nueva columna metálica, que como ya se mencionó deberá soportar toda la carga.

El primer paso es despuntar los bordes de la columna de concreto existente de manera que la estructura nueva no esté en contacto directo con la de concreto evitando así esfuerzos concentrados en los vértices. Ver figura 61.

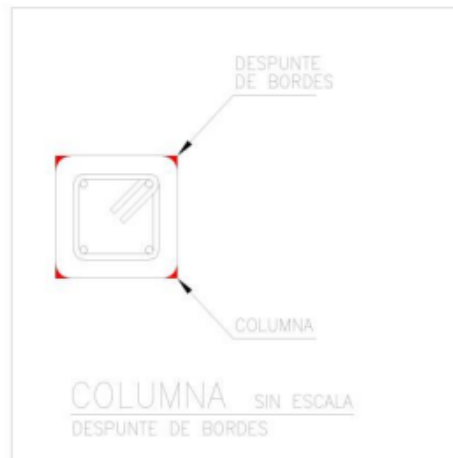


Figura 34. Primer paso despuntar los bordes de la columna de concreto.

Nota. Fuente:

El segundo paso es aplicar epóxico en la base del cimiento y en la zona de capitel, esta zona es por debajo de las vigas existentes. Para luego colocar una platina metálica que servirá de inicio y tope para los refuerzos verticales. Ver figura 62.

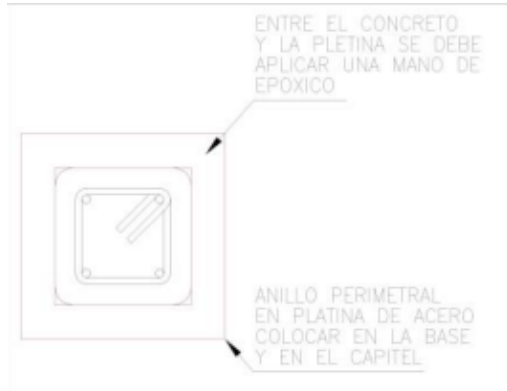


Figura 35. Segundo paso aplicar epóxico en la base del cimiento y en la zona de capitel.

Nota. Fuente:

El tercer paso es colocar los cuatro vértices según diseño puede ser angular o tubo metálico. Dichos verticales irán soldados desde la base ubicada en el cimiento hasta el capitel. Ver figura 63.



Figura 36. Ubicación de verticales en los vértices de la columna.

Nota. Fuente: (Autocad, 2005).

El cuarto paso es colocar los rigidizadores que pueden ser platinas separadas según diseño para evitar el pandeo de la columna metálica. Ver figura 64.

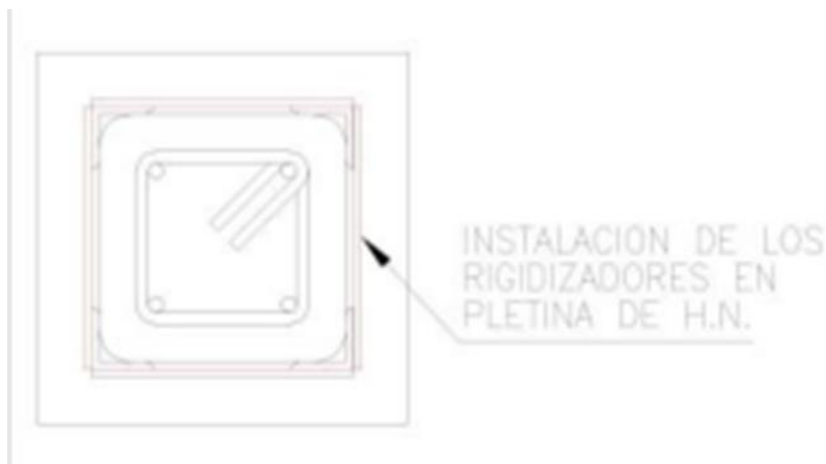


Figura 37. Cuarto paso colocar los rigidizadores.

Nota. Fuente: (Autocad, 2005).

Para finalizar este caso se muestra en la figura 65 una vista en alzado desde la base del cimiento hasta el capitel, con un orden cronológico detallado de todo el proceso.

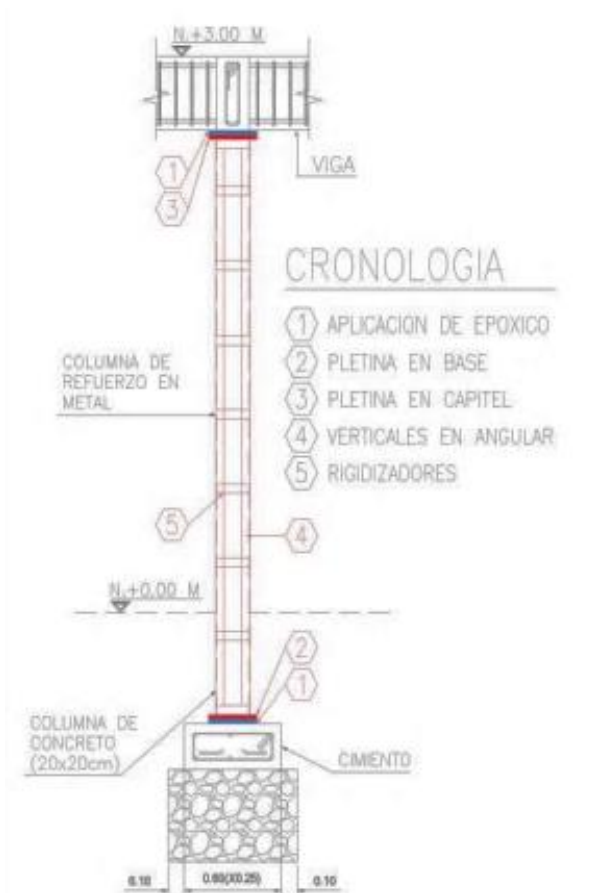


Figura 38. Vista en alzado de la columna.

Nota. Fuente: (Autocad, 2005).

Caso 2

El anillo perimetral de concreto con acero adicional es una técnica más elaborada, pero como producto final da un acabado arquitectónico favorable, ya que el trabajo de refuerzo no es visible, simplemente es un aumento de la sección de la columna. Es una técnica que es complementaria a la columna existente y ayuda al núcleo de concreto existente a absorber y distribuir las cargas hacia el cimiento.

Como pasos para realizar esta técnica es necesario nuevamente analizar la columna según su estado de resistencia de concreto, para así determinar el sobre ancho de la sección y que el acero a instalar sea el requerido para la nueva área. De tal manera que esta nueva sección sea la que trabaje y resista las cargas de la columna.

El segundo paso es realizar en la base del cimiento y el capitel en la zona de vigas, cuatro perforaciones de una vez y medio el diámetro de la varilla de refuerzo vertical, con una

profundidad mínima de 10 a 15 centímetros o lo requerido según el análisis del cono de esfuerzos, y dicho espacio será luego relleno por una tercera parte de su volumen con un epóxico, para seguidamente insertar la varilla de refuerzo. Las cuatro varillas del basamento se traslapan con las cuatro varillas del capitel en alturas diferentes para evitar un plano de falla.

El tercer paso es aplicar a las cuatro caras de la columna existente una mano de epóxico para mejorar la adherencia entre el concreto nuevo y el viejo. Además, se colocan conectores que mejoren el comportamiento en conjunto de ambas estructuras.

El quinto paso armar los aros según el diseño previo y amarrarlos con alambre negro #16. El sexto paso es elaborar una formaleta para poder realizar la chorrea con un concreto de resistencia promedio de 210Kg/cm² si el espesor es mayor a 5 centímetros, de lo contrario se puede rellenar con un concreto expansivo de alta resistencia.

Es de suma importancia para esta técnica darle el tiempo requerido para que el concreto alcance el 80% de su resistencia antes de ser cargado.

Para dicha técnica se puede observar la figura 66, en la cual se muestra el orden cronológico de las actividades.

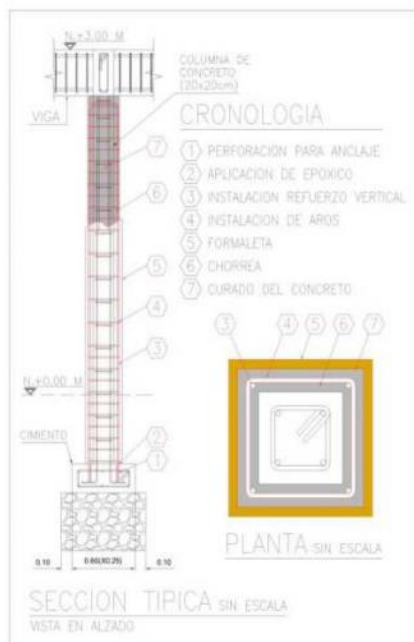


Figura 39. Vista en alzado de la columna con refuerzo por anillo perimetral.

Nota. Fuente: (Autocad, 2005).

Caso 3

La reparación zonificada es una técnica que se aplica cuando en ciertas partes de la columna bien identificadas es necesario añadir aros.

Los pasos para realizar la técnica es realizar primero un correcto apuntalamiento de las vigas que están actuando sobre la columna, esto con finalidad de evitar que la columna este trabajando mientras se realice la reparación.

El siguiente paso es demoler la zona identificada dejando la parte expuesta final de concreto con un diente de traba para mejorar de forma considerable la unión próxima entre el concreto más antiguo y el nuevo.

A continuación, se debe limpiar todas las varillas, tanto las de refuerzo como los aros expuestos. Se debe aplicar una mano de epóxico para mejorar la adherencia.

Se colocan los aros necesarios para completar lo indicado según el diseño previo y se sujetan al acero de refuerzo con alambre negro #16.

Por último, es necesario confeccionar el correspondiente encofrado para poder realizar la chorrea con una resistencia igual a la del núcleo de la columna. Es muy importante para este caso darle el tiempo requerido para que el concreto alcance el 80% de su resistencia antes de ser cargado.

Para representar dicho proceso se muestra en la figura 67 los pasos a seguir. Dicha técnica es muy fácil de aplicar, rápida y no refleja cambios en el aspecto visual de la misma, por lo que es muy utilizada.

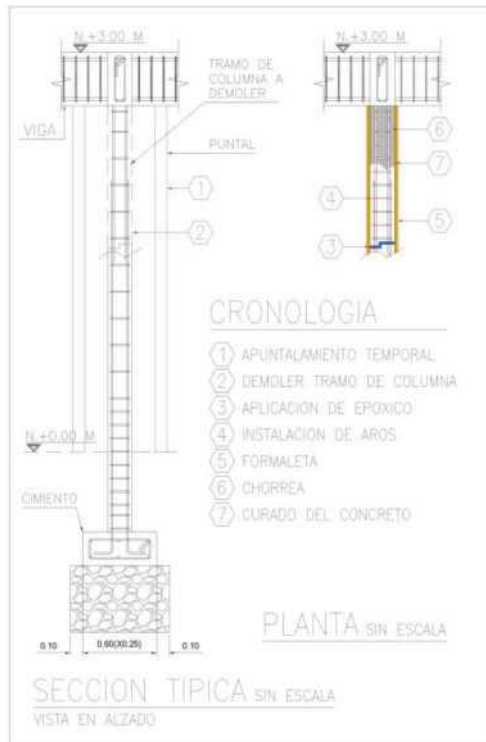


Figura 40. Vista en alzado de la columna con reparación zonificada.
Nota. Fuente: (Autocad, 2005).

Anexo 02-F. Patologías de Muros

Los muros de mampostería que presenten deficiencia en el acero longitudinal o transversal o la combinación de ambos pueden ser reforzados por medio de agregar columnas intermedias que acorten la distancia del muro y que también baje las cargas que son aplicadas directamente a la pared de mampostería. Aplica tanto para paredes internas o externas de una construcción como para muros de retención, ya que el principio es el mismo, minimizar las cargas al paño. Otras técnicas utilizadas con mayor frecuencia son la aplicación de “pie de amigo” con un adosamiento de columnas, sean estas en concreto o metal, pero su aplicación se ve más en muros de retención.

Reparación de Patologías de Muros

La técnica de reforzamiento de muros de mampostería se inicia con un apuntalamiento de la viga corona o de entepiso con el fin de evitar que el muro se encuentre cargado a la hora de realizar la obra.

Se divide el paño o luz a la mitad y se inicia una demolición partiendo de la parte superior hasta llegar a la corona del cimiento, se debe realizar la demolición con ayuda de equipo mecánico realizando cortes longitudinales para obtener la figura del ancho requerido. Una vez hecha la demolición se continúa con una limpieza de la zona, evitando que queden partículas sueltas.

Seguidamente se perforan cuatro orificios en el cimiento y cuatro más en la viga, espacios que deberán quedar limpios y rellenar con una tercera parte de su espacio con epóxico para luego insertar las varillas que servirán como refuerzo vertical, según diseño estructural de su carga tributaria.

Los aros se instalan y se separan según el diseño de una columna convencional que estará soportando las cargas del área tributaria.

La aplicación del epóxico para mejorar la unión entre los concretos es únicamente necesaria en la base y el capitel de la columna por chorrear.

Por último, se realiza el encofrado y colado con concreto, respetando el tiempo requerido para que el concreto alcance su resistencia. Como todo elemento de concreto deberá llevar un proceso de curado.

Para ilustrar este proceso se muestra la figura 68 que señala varias etapas de la técnica.

Otra manera de mejorar el comportamiento del paño de mampostería es construyendo una sobre viga que ayude a distribuir de mejor manera los esfuerzos a las columnas y no cargar el paño de mampostería.

Además de la técnica antes mencionada, también se utilizan sobre anchos del paño, que se logran añadiendo una malla de acero al frente de la mampostería y realizando un chorrea que genere un espesor de al menos 5 centímetros. Esta técnica también ayudará a tomar los esfuerzos de cortante que afectan a la pared.

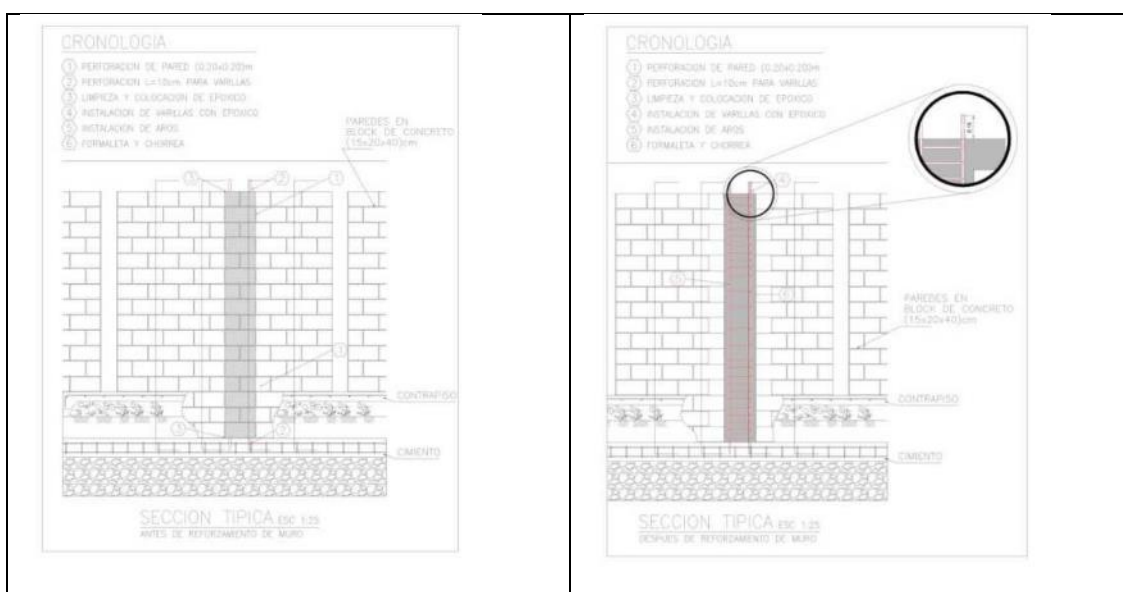


Figura 41. Etapas de la técnica de muros.
Nota. Fuente: (Autocad, 2005).

Vigas

Las vigas que presentan deficiencia en su acero positivo o en la cara inferior pueden ser reforzadas agregando el acero longitudinal requerido de tres maneras. *Caso 1:* Por medio de una pica que llegue hasta por encima del aro y permita agregar el acero requerido, el *Caso 2:* Para situaciones más críticas de carencia del acero de refuerzo, por medio de aros a cada 1,00m se hace colgar el acero longitudinal y luego se procede a chorrear y resanar las zonas donde se colocaron los aros, el *Caso 3:* Muy utilizado en la actualidad es por medio del uso de sierras mecánicas que forman los surcos necesarios para introducir el acero y luego rellenar el espacio, este método funciona tanto para el acero positivo como

para el acero negativo. Cuando el acero faltante es por cortante, los aros se instalan por medio de confección de surcos y se rellena con un cemento de alta resistencia.

Cuando la deficiencia de la viga es por la resistencia del concreto, es recomendable revisar y analizar si una disminución del factor de seguridad hace que la viga sea funcional. De lo contrario en este caso en particular es mejor realizar la demolición de la viga y volverla a construir debido a que técnicas más complejas y de alto costo pueden funcionar, pero no así la factibilidad del refuerzo.

Losas

Las losas de entrepiso sean estas diseñadas para una o dos direcciones pueden presentar problemas por falta de acero en su zona de tensión o de compresión. Para ambos casos se puede utilizar como técnica de reforzamiento los surcos antes mencionados, incorporando el acero faltante y relleno cada surco con concreto expansivo. La limitación de esta técnica es que se debe utilizar en losas de dimensiones reducidas, debido al gran trabajo que este proceso requiere y a los problemas asociados con la vibración.

Sin embargo, para losas de entrepiso con luces normales de 3,00 metros a 4,50 metros apoyadas en viguetas, sean estas metálicas o de concreto, se puede plantear el esquema de instalar una sobre malla que compense la falta de acero y crear una nueva chorrea encima de la existente. Esta técnica debe contar con la instalación de conectores de cortante que garanticen la transferencia de esfuerzos entre ambas losas.

Los pasos detallados para esta técnica son la perforación de orificios en la losa existente de concreto para instalar los conectores de cortante, dicho orificio se debe rellenar con epóxico y luego introducir el conector.

Anexo 02-G. Patologías de Eflorescencias

Limpieza con cepillo

En los casos en que las sales están incluidas en los morteros, materiales cementicios o piezas cerámicas, la simple acción de la lluvia y el tiempo hacen desaparecer las eflorescencias.

Cuando el origen de las sales se encuentra en el terreno o agua de la zona y no existe alguna barrera que impida su paso (ej.: pared de ladrillos de un sótano en contacto directo con el suelo), deberá estudiarse una solución más compleja, tratando de impermeabilizar la pared.

Limpieza de las eflorescencias mediante lavado, debe hacerse en tiempo caluroso o seco pues el agua puede volver a disolver más sales en el interior de los cerámicos.

Limpieza con ácido: esta práctica no es aconsejable debido a que puede penetrar a través de las juntas, perjudicando la unión de los ladrillos o pisos.

Aplicación de mortero con aditivo para su prevención, si es que tiene desgaste de mortero o ladrón, si no tiene desprendimiento y el muro o elemento se aplica sustancia impermeabilizante.

Anexo 03: Ficha de observación de patologías



Ficha de observación Patología de concreto

Nº: _____

| Item | Sub Item | Valoración | | | |
|-------------------------------|---|------------|----------|-----------|--|
| | | Severo | Moderado | Esperable | |
| Descripción de la edificación | Uso | | | | |
| | Reconocimiento visual | | | | |
| | Observaciones | | | | |
| | Construido / -autoconstruido | | | | |
| Reconocimiento visual | Fachada | | | | |
| | Laterales | | | | |
| | Muros | | | | |
| | columnas | | | | |
| | Baño | | | | |
| | Piso | | | | |
| Concreto | identificación del color | | | | |
| | ancho de fisura | | | | |
| | Perdida de sección | | | | |
| | Recubrimiento de armadura | | | | |
| | apreciación de calidad | | | | |
| | Humedecimiento | | | | |
| Armadura | Coerción | | | | |
| | Perdida de sección | | | | |
| | Otros | | | | |
| | Otros | | | | |
| Origen | Origen mecánico | | | | |
| | Origen higrotérmico | | | | |
| | Origen químico | | | | |
| | | | | | |
| Acción química | carbonatación (generalizado) | | | | |
| | Cloruros (picaduras) | | | | |
| | Carbonatación más cloruros (superposición de efectos) | | | | |

Anexo 04: Ficha de evaluación Recolección de patologías

| | Disgregaciones | Ataque sulfatos | Fisuración | Deformaciones | Desplome desprendimiento | Erosión | Infiltración |
|------------|----------------|-----------------|------------|---------------|--------------------------|---------|--------------|
| Pabellón 1 | | | | | | | |
| Aula 01 | | | | | | | |
| Aula 02 | | | | | | | |
| Aula 03 | | | | | | | |
| Aula 04 | | | | | | | |
| Aula 05 | | | | | | | |
| Pabellón 2 | | | | | | | |
| Aula 06 | | | | | | | |
| Aula 07 | | | | | | | |
| Aula 08 | | | | | | | |
| Pabellón 3 | | | | | | | |
| Aula 08 | | | | | | | |
| Aula 09 | | | | | | | |
| Aula 10 | | | | | | | |
| Pabellón 4 | | | | | | | |
| Aula 11 | | | | | | | |
| Aula 12 | | | | | | | |
| Aula 13 | | | | | | | |
| Pabellón 5 | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Aula 14 | | | | | | | |
| Aula 15 | | | | | | | |
| Aula 16 | | | | | | | |
| Pabellón administrativo | | | | | | | |
| Frente | | | | | | | |
| Posterior | | | | | | | |
| Área techada 1 | | | | | | | |
| Muro Perimetral | | | | | | | |
| Lado Norte | | | | | | | |
| Lado Este | | | | | | | |
| Lado Sur | | | | | | | |
| Lado Oeste | | | | | | | |
| Baños y servicios | | | | | | | |
| Baños | | | | | | | |
| Tanque Elevado | | | | | | | |
| Cisterna | | | | | | | |

Anexo 05: Ficha de alternativas terapéuticas

| | |
|--------------------------|--|
| Disgregaciones | |
| | Morteros hidráulicos (MH) y hormigones hidráulicos (HH): |
| | Morteros hidráulicos poliméricos (MHP): |
| | Morteros poliméricos termoestables (MP): |
| | Revestimiento epoxi |
| | Impermeabilizante |
| Sulfatos | |
| | Eliminación de hormigo - protección de acero - relleno de concreto |
| | Reforzamiento de estructura |
| | Reemplazo de estructura |
| | Reemplazo de sección de estructura (siempre que se pueda) |
| Fisuración | |
| | Tratamiento de ancho de fisura |
| | Inyección de mortero |
| | tratamiento para movimiento de la fisura |
| | Corrección de causa/mortero |
| | Tratamiento para condición de humedad de la fisura |
| | Tratamientos mixtos |
| Deformaciones | |
| | Reforzamiento o re finalidad de estructura |
| | Protección - remplazo de concreto |
| | Protección de acero y reemplazo de hormigo |
| | Reforzamiento de estructura |
| | Agregado de refuerzo |
| Desplome Desprendimiento | |
| | Reforzamiento, reconstrucción muros |
| Erosión | |
| | Limpieza, recubrimiento |
| | Limpieza, pintado |
| Infiltración | |
| | Calentamiento |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Título de la investigación: | Propuesta de solución para patologías de concreto en la IE Carlos Manuel Cox Rosse. La Esperanza – Trujillo | | |
| Apellidos y nombres del experto: | Jorge Cevallos Reyes | | |
| Nombre del Instrumento | Ficha de observación Patología de concreto | | |

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

| Ítems | Preguntas | Aprecia | | Observaciones |
|-------|---|---------|----|---------------|
| | | SÍ | NO | |
| 1 | ¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado? | X | | |
| 2 | ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación? | X | | |
| 3 | ¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación? | X | | |
| 4 | ¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación? | X | | |
| 5 | ¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio? | X | | |
| 6 | ¿La redacción de las preguntas tiene un sentido coherente y no están sesgadas? | X | | |
| 7 | ¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores? | X | | |
| 8 | ¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos? | X | | |
| 9 | ¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición? | X | | |
| 10 | ¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio? | X | | |
| 11 | ¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos? | X | | |

Sugerencias:




MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

| | |
|---|--|
| Título de la investigación: | Propuesta de solución para patologías de concreto en la IE Carlos Manuel Cox Rosse. La Esperanza – Trujillo |
| Apellidos y nombres del experto: | Jorge Cevallos Reyes |
| Nombre del Instrumento | Ficha de evaluación Reconocimiento de patologías |

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

| Ítems | Preguntas | Aprecia | | Observaciones |
|-------|---|---------|----|---------------|
| | | SÍ | NO | |
| 1 | ¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado? | X | | |
| 2 | ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación? | X | | |
| 3 | ¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación? | X | | |
| 4 | ¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación? | X | | |
| 5 | ¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio? | X | | |
| 6 | ¿La redacción de las preguntas tiene un sentido coherente y no están sesgadas? | X | | |
| 7 | ¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores? | X | | |
| 8 | ¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos? | X | | |
| 9 | ¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición? | X | | |
| 10 | ¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio? | X | | |
| 11 | ¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos? | X | | |

Sugerencias:



Anexo 06 Evidencia de campo



Columnas de los servicios
higiénicos totalmente
deterioradas



Ficha N°: 5

Edificación: IE Carlos Manuel Cox Rosse.

Parte de la edificación: Aula 3

Lugar: Distrito La Esperanza

Patología: Disgregaciones

Descripción :

La pared, la parte tarrajéada presenta pequeñas pero abundantes disgregaciones por alteración del concreto, mucho de ello por inadecuadas pinturas que reaccionaron inadecuadamente con el concreto del tarrajeo. Este es una patología porque en determinadas áreas se presenta marcadamente.

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA





Ficha N°: 12

Edificación: IE Carlos Manuel Cox Rosse.

Parte de la edificación: Aula 5

Lugar: Distrito La Esperanza

Patología: Disgregaciones

Descripción :

Se aprecia que el techo fue cambiado por una loza aligerada, la misma que no tiene pendiente de caída por lo que en caso de lluvia el agua se empoza, tampoco tiene alero como las demás aulas de techo de Eternit. La loza aligerada presenta eflorescencia e infiltración lo cual la ha hecho que sea no utilizable y se ha hecho depósito, aunque con condiciones húmedas,

Una segunda patología es la fisuración considerable de larga extensión.

Una tercera patología en las columnas es la fisuración y disgregaciones debido a la humedad y peso de la loza del techo, pues no fue diseñada por esa carga y a falta de alero los muros y vigas han recibido humedad de la lluvia, y la humedad de la loza aligerada se ha acumulado en los ladrillos huecos y se ha transmitido a los muros.

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA







Ficha N°: 12

Edificación: IE Carlos Manuel Cox Rosse.

Parte de la edificación: Aula 7

Lugar: Distrito La Esperanza

Patología: Disgregaciones

Descripción :

Se aprecia que se ha construido un segundo piso precario (muros no terminados -tarrajeados y pintados-) la misma que ha sobrecargado la estructura del primer piso.

Como primera patología es la deformación del suelo y la loza de la vereda por el peso del segundo piso que ha hecho que la loza ceda

Otra patología es la fisuración de la loza tanto externa como interna, esta es marcada en las cercanías a las columnas por cuanto la columna trasmite el peso y el hundimiento de la estructura confinada.

Otra patología es la erosión o desprendimiento por el deterioro del mortero se puede comparar el efecto entre las columnas que tienen segundo piso y las que no tienen (son originales), se aplica también el desgaste en las paredes. El desgaste del hormigón se aprecia en el desprendimiento de la pintura.

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA









Ficha N°: 17

Edificación: IE Carlos Manuel Cox Rosse.

Parte de la edificación: Muro perimétrico externo

Lugar: Distrito La Esperanza

Patología: Disgregaciones

Descripción :

Se aprecia sulfatación en las bases de columna en la biga de cimentación. Otra patología que se aprecia es la erosión y disgregaciones por la sobrecarga de su construcción (que incremento el peso en las vigas de cimentación y en las columnas, la falta de mantenimiento, hundimiento facilito la humeada en las bases de las vigas.

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



