



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

TEMA:

“ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO PATOLÓGICO DE
EDIFICACIONES DE CONCRETO”

AUTOR: Alex Bryan Villafuerte Córdova

TUTOR: Ing. Mg. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre

AMBATO – ECUADOR

Julio - 2022

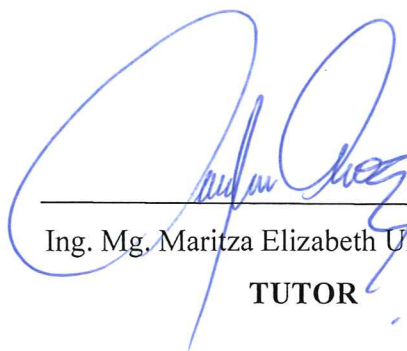
CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO PATOLÓGICO DE EDIFICACIONES DE CONCRETO”**, elaborado por el Sr. Alex Bryan Villafuerte Córdova, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804960738, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Julio 2022



Ing. Mg. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre
TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Alex Bryan Villafuerte Córdova, con C.I. 1804960738 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO PATOLÓGICO DE EDIFICACIONES DE CONCRETO”**, así como también los gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Julio 2022



Alex Bryan Villafuerte Córdova

C.I.: 1804960738

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Julio 2022



Alex Bryan Villafuerte Córdova

C.I.: 1804960738

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Alex Bryan Villafuerte Córdova, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: “**ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO PATOLÓGICO DE EDIFICACIONES DE CONCRETO**”

Ambato, Julio 2022

Para constancia firman:



Ing. Mg. Galo Wilfrido Nuñez Aldas
Miembro calificador



Ing. Mg. Wladimir José Ramírez Cabrera
Miembro calificador

DEDICATORIA

A mis padres por su paciencia, apoyo y guía en el transcurso de esta etapa de mi vida, por confiar en mis habilidades y proveerme de todos los medios físicos y emocionales. Los admiro y respeto infinitamente.

A mi hermana Anahí, por ser mi amiga incondicional, quien llena mi vida de anécdotas y alegrías, y ser una parte esencial en mi vida y la mejor compañía que tengo, le amo eternamente.

Alex

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a mis padres quienes con su ejemplo de que con esfuerzo y empeño todo se puede lograr, dándome motivos para nunca darme por vencida siendo un orgullo para ellos.

A la Universidad Técnica de Ambato por brindarme el conocimiento para crecer no sólo profesionalmente, sino también, humanamente al permitirme construir mis mejores recuerdos y anécdotas de vida.

A mi docente tutor, la Ingeniera Maritza Ureña por su guía, ayuda, tiempo y conocimientos impartidos muy necesarios para el correcto desarrollo del presente proyecto; pero, sobre todo, por su paciencia y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera a quien auguro éxitos y bendiciones.

A mis amigos, amigas quienes forman una parte importante de mi corazón y me han ofrecido su apoyo desinteresado siendo parte de este logro, siempre los recordaré con alegría y gratitud.

Alex

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes investigativos	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Justificación	4
1.1.3. Fundamentación teórica	5
1.1.4. Patología.....	5
1.1.5. Durabilidad.....	5
1.1.6. Diagnóstico	6
1.1.6.1. Ensayo Esclerométrico.....	6
1.1.6.2. Ensayo Pachómetro.....	6
1.1.6.3. Ensayo de Carbonatación.....	7
1.1.7. Mantenimiento	7
1.1.8. Reparación.....	8
1.1.9. Refuerzo	8
1.1.10. Restauración.....	8

1.1.11.	Sustitución.....	9
1.1.12.	Obsolescencia.....	9
1.1.13.	Vida útil de una estructura	9
1.1.14.	Defectos.....	9
1.1.15.	Lesiones.....	10
1.1.16.	Síntomas.....	17
1.1.17.	Aditivos	17
1.1.18.	Concreto	19
1.1.19.	Ataque del concreto a altas temperaturas:.....	20
1.1.20.	Tipos de Cemento	20
1.1.21.	Componentes del Cemento	21
1.1.22.	Acero	21
1.1.23.	Lámina de Fibra de Carbono.....	22
1.2.	Objetivos	23
1.2.1.	Objetivo General	23
1.2.2.	Objetivos Específicos.....	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....		24
1.3.	Materiales y Equipo	24
1.3.1.	Materiales.....	24
1.3.2.	Equipos.....	24
1.4.	Métodos	24
1.4.1.	Nivel o Tipo de Investigación	24
1.4.2.	Plan de Recolección de Información.....	25
1.4.3.	Plan de Procesamiento y Análisis de Información.....	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		27
3.1.	Análisis y discusión de los resultados	27
3.1.1.	Lesiones Físicas	27
3.1.1.1.	Elementos no estructurales – Mampostería.....	27
3.1.1.1.1.	Humedad Capilar (Primaria), Eflorescencia (Secundaria)	27
3.1.1.1.2.	Humedad Accidental (Primaria), Eflorescencia (Secundaria) ...	31
3.1.1.1.3.	Suciedad.....	34

3.1.1.1.4. Fisura de piel de cocodrilo en enlucidos.....	37
3.1.1.1.5. Erosión Física	41
3.1.1.2. Elementos estructurales – Losa.....	45
3.1.1.2.1. Humedad por filtración (Primaria), Eflorescencia (Secundaria).....	45
3.1.1.2.2. Humedad de condensación	50
3.1.1.2.3. Ataque por congelación	53
3.1.2. Lesiones Mecánicas	57
3.1.2.1. Elementos no estructurales – Mampostería.....	57
3.1.2.1.1. Grieta entre el mampuesto y el mortero.....	57
3.1.2.1.2. Grieta que rompe el mampuesto	61
3.1.2.1.3. Desprendimientos	65
3.1.2.2. Elementos estructurales – Columnas	69
3.1.2.2.1. Grietas por compresión.....	69
3.1.2.2.2. Grietas por tracción.....	72
3.1.2.3. Lesiones Estructurales – Vigas	75
3.1.2.3.1. Grietas por cortante.....	75
3.1.2.3.2. Grietas por flexión	78
3.1.2.3.3. Grietas por torsión	81
3.1.2.4. Lesiones estructurales – Losa.....	84
3.1.2.4.1. Fisura por retracción hidráulica	84
3.1.2.4.2. Fisura por retracción plástica.....	88
3.1.2.4.3. Fisura por punzonamiento	92
3.1.3. Lesiones Químicas	95
3.1.3.1. Elementos no estructurales – Mampostería.....	95
3.1.3.1.1. Erosión Química	95
3.1.3.1.2. Eflorescencias	99
3.1.3.2. Elementos estructurales – Columnas	103
3.1.3.2.1. Ataque por ácidos	103
3.1.3.2.2. Ataque por sulfatos	107
3.1.3.2.3. Ataque por cloruros	111
3.1.3.2.4. Carbonatación	115
3.1.3.2.5. Corrosión en la armadura.....	119
3.1.4. Defectos Mecánicos	123

3.1.4.1. Elementos estructurales – Columnas	123
3.1.4.1.1. Coqueras por disgregación.....	123
3.1.4.1.2. Burbujas (Bughole).....	127
3.1.4.1.3. Ataque por altas temperaturas.....	130
3.1.4.1.4. Columna Corta.....	133
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	137
4.1. Conclusiones	137
4.2. Recomendaciones	140
C. MATERIALES DE REFERENCIA	141
Referencias bibliográficas	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales.....	24
Tabla 2. Equipos.	24
Tabla 3. Plan de recolección de información.	25
Tabla 4. Ficha Informativa N°1 de la edificación.	27
Tabla 5. Ficha Informativa N°2 de la edificación.	37
Tabla 6. Ficha Informativa N°3 de la edificación.	41
Tabla 7. Ficha Informativa N°4 de la edificación.	45
Tabla 8. Ficha Informativa N°5 de la edificación.	53
Tabla 9. Ficha Informativa N°6 de la edificación.	57
Tabla 10. Ficha Informativa N°7 de la edificación.	61
Tabla 11. Ficha Informativa N°8 de la edificación.	65
Tabla 12. Ficha Informativa N°9 de la edificación.	84
Tabla 13. Ficha Informativa N°10 de la edificación.	88
Tabla 14. Ficha Informativa N°11 de la edificación.	95
Tabla 15. Ficha Informativa N°12 de la edificación.	99
Tabla 16. Ficha Informativa N°13 de la edificación.	103
Tabla 17. Ficha Informativa N°14 de la edificación.	107
Tabla 18. Ficha Informativa N°15 de la edificación.	111
Tabla 19. Ficha Informativa N°16 de la edificación.	115
Tabla 20. Ficha Informativa N°17 de la edificación.	119
Tabla 21. Ficha Informativa N°18 de la edificación.	123
Tabla 22. Ficha Informativa N°19 de la edificación.	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Humedad de obra.....	10
Figura 2. Humedad capilar.....	11
Figura3. Humedad por filtración.....	11
Figura 4. Humedad de condensación	11
Figura 5. Humedad accidental	12
Figura 6. Erosión Física	12
Figura 7. Suciedad.....	12
Figura 8. Deformaciones.....	13
Figura 9. Grietas.....	13
Figura 10. Fisuras.....	14
Figura 11. Desprendimientos	14
Figura 12. Erosiones Mecánicas	15
Figura 13. Florescencias	15
Figura 14. Corrosión	16
Figura 15. Organismos.....	16
Figura 16. Erosiones Químicas	16
Figura 17. Humedad Capilar.....	28
Figura 18. Esquema de daño humedad capilar.	29
Figura 19. Humedad accidental cara interna.....	31
Figura 20. Humedad accidental cara externa.	31
Figura 21. Esquema de daño humedad accidental.	32
Figura 22. Suciedad.....	34
Figura 23. Esquema de daño suciedad.	35
Figura 24. Fisura de piel de cocodrilo en enlucidos.	38

Figura 25. Esquema de daño fisura piel de cocodrilo en enlucidos.	39
Figura 26. Erosión Física.	42
Figura 27. Esquema de daño erosión física.	43
Figura 28. Humedad por filtración cara interna.	46
Figura 29. Humedad por filtración cara externa.	46
Figura 30. Esquema de daño humedad por filtración cara interna.	47
Figura 31. Esquema de daño humedad por filtración cara externa.	48
Figura 32. Humedad de condensación.	50
Figura 33. Esquema de daño humedad de condensación.	51
Figura 34. Ataque por congelación.	54
Figura 35. Esquema de daño ataque por congelación.	55
Figura 38. Esquema de daño ataque por congelación sección transversal.	55
Figura 37. Grieta entre el mampuesto y el mortero.	58
Figura 38. Esquema de daño grieta entre el mampuesto y el mortero.	59
Figura 39. Grieta que rompe el mampuesto.	62
Figura 40. Esquema de daño grieta que rompe el mampuesto.	63
Figura 41. Desprendimientos.	66
Figura 42. Esquema de daño desprendimientos.	67
Figura 43. Grietas por compresión.	69
Figura 44. Esquema de daño grietas por compresión.	70
Figura 45. Grietas por tracción.	72
Figura 46. Esquema de daño grietas por tracción.	73
Figura 47. Grietas por cortante.	75
Figura 48. Esquema de daño grietas por cortante.	76
Figura 49. Grietas por flexión.	78
Figura 50. Esquema de daño grietas por flexión.	79

Figura 51. Grietas por torsión.	81
Figura 52. Esquema de daño grietas por torsión.	82
Figura 53. Fisura por retracción hidráulica.	85
Figura 54. Esquema de daño fisura por retracción hidráulica.	86
Figura 55. Fisura por retracción plástica.	89
Figura 56. Esquema de daño fisura por retracción plástica.	90
Figura 57. Fisura por punzonamiento.	92
Figura 58. Esquema de daño fisura por punzonamiento.	93
Figura 59. Erosión química.	96
Figura 60. Esquema de daño erosión química.	97
Figura 61. Eflorescencias.	100
Figura 62. Esquema de daño eflorescencias.	101
Figura 63. Ataque por ácidos.	104
Figura 64. Esquema de daño ataque por ácidos.	105
Figura 65. Ataque por sulfatos.	108
Figura 66. Esquema de daño ataque por sulfatos.	109
Figura 67. Ataque por cloruros.	112
Figura 68. Esquema de daño ataque por cloruros.	113
Figura 69. Carbonatación.	116
Figura 70. Esquema de daño carbonatación.	117
Figura 71. Corrosión en la armadura.	120
Figura 72. Esquema de daño corrosión en la armadura.	121
Figura 73. Coqueras por disgregación.	124
Figura 74. Esquema de daño coqueras por disgregación.	125
Figura 75. Burbujas (Bughole).	127
Figura 76. Esquema de daño burbujas (Bughole).	128

Figura 77. Ataque por altas temperaturas.	130
Figura 78. Esquema de daño ataque por altas temperaturas.	131
Figura 79. Columna Corta.....	134
Figura 80. Esquema de daño columna Corta.	135

RESUMEN

En el presente proyecto técnico se ejecutaron niveles de investigación de campo y explicativa con la finalidad de desarrollar un manual técnico patológico orientado a la detección, diagnóstico y reparación de defectos y lesiones en edificaciones de concreto.

Para elaborar el manual se desarrolló: investigación de campo recopilando fotografías de defectos y lesiones presentes en edificaciones de concreto; investigación explicativa con enfoque técnico porque se estableció una guía para identificar de manera rápida los defectos y lesiones mediante la elaboración de fichas patológicas que detallen el tipo de lesión, elemento afectado, subsistema al que pertenece, descripción de la lesión y esquema de daño con el objetivo de mitigar el problema.

Para determinar el tipo de defecto y lesión se propuso métodos de diagnóstico como la inspección visual y ensayos como: esclerométrico, pachómetro y carbonatación. Una vez identificado el tipo de lesión se planteó técnicas de reparación y/o refuerzo mediante el empleo de aditivos con la finalidad de minimizar y/o erradicar los daños detectados garantizando que las edificaciones de concreto cumplan el tiempo de vida útil para las que fueron previstas.

Finalmente, se elaboró un manual en formato libro electrónico que servirá de herramienta para su fácil aplicación en obra a residentes de obra, contratistas, maestro mayor, ingenieros civiles y futuros ingenieros.

Palabras claves: Patología de Edificaciones, Defectos de Edificaciones, Lesiones de Edificaciones, Esclerométrico, Pachómetro, Carbonatación, Aditivos para el concreto, Reparación de Edificaciones, Refuerzo de Edificaciones.

ABSTRACT

In this technical project, field and explanatory research levels were carried out in order to develop a pathological technical manual aimed at detecting, diagnosing and repairing defects and injuries in concrete buildings.

To prepare the manual, the following was developed: field research compiling photographs of defects and injuries present in concrete buildings; explanatory research with a technical approach because a guide was established to quickly identify defects and injuries by preparing pathological files that detail the type of injury, affected element, subsystem to which it belongs, description of the injury and damage scheme with the goal of mitigating the problem.

To determine the type of defect and injury, diagnostic methods such as visual inspection and tests such as: sclerometric, pachometer and carbonation were proposed. Once the type of injury was identified, repair and/or reinforcement techniques were proposed through the use of additives in order to minimize and/or eradicate the damage detected, guaranteeing that the concrete buildings meet the useful life time for which they were planned.

Finally, a manual was prepared in electronic book format that will serve as a tool for easy application on site to site residents, contractors, senior teachers, civil engineers and future engineers.

Keywords: Building Pathology, Building Defects, Building Injuries, Sclerometric, Pachometer, Carbonation, Additives for concrete, Building Repair, Building Reinforcement.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

1.1.1. Antecedentes

Las patologías de la construcción nacen paralelamente con las prácticas constructivas por lo que se remontan a los orígenes de esta. Las primeras construcciones de mampostería fueron realizadas con una masa de barro conocida como adobe empleado aproximadamente hace 7.350 años A.C. para la construcción de las murallas de Jericó. Posteriormente, alrededor de 3.000 años A.C. al sur de Mesopotamia se utilizaron como mampostería unidades de arcilla cocida permitiendo empezar a realizarse grandes construcciones con ladrillos asentados en betún. A través de los años y frente a las condiciones climáticas las construcciones de mampostería empezaron a presentar diferentes tipos lesiones impulsando así a los constructores establecer métodos que permitan la rehabilitación de dichas estructuras [1].

Uno de los materiales estructurales y de ingeniería más antiguos es el concreto que se ha caracterizado por ser muy duradero empleado para edificaciones e infraestructuras, al ser uno de los materiales de construcción más empleados en el mundo se distingue por ser resistente pero al estar compuesto por distintos elementos porosos y estar rodeado por un medio que reacciona con dichos componentes ha sido propenso a varios mecanismos de degradación afectando su resistencia, estructura interna, y su comportamiento[2].

En 1950 después de la segunda guerra mundial surge el hormigón armado teniendo un gran apogeo y empleándose en la mayoría de obras tanto en cubiertas, paredes, entresijos, pavimentos urbanos, veredas y pensando equivocadamente que este material tenía una vida útil ilimitada. Después de 20 a 25 años de la culminación de las obras empezaron a deteriorarse debido a la falta de mantenimiento y los montos de las reparaciones se elevaron y de esa manera apareció lo que hoy en día se conoce como patología de la construcción[3].

A partir de 1980 la patología de la construcción empieza a tomar importancia a través de congresos y jornadas debido a la necesidad de estudiar y entender el origen de defectos y lesiones que se producen en las estructuras de hormigón armado permitiendo llegar a soluciones definitivas de problemas detectados evitando simples reparaciones superficiales, además de establecer técnicas de mantenimiento, mejoramiento, rehabilitación para la conservación de construcciones permitiendo que se mantengan en servicio durante un largo periodo de tiempo cumpliendo así su ciclo de vida útil[3].

En las primeras décadas del siglo XXI, para el diseño de edificaciones de hormigón armado, la durabilidad y la predicción de vida estructural han ganado gran importancia debido a la inadecuada resistencia de muchas estructuras, influyendo directamente en los presupuestos de construcción[4]. Actualmente las edificaciones deben diseñarse y construirse para cumplir con una serie de parámetros de rendimiento, seguridad, confort, durabilidad, entre otros, que permitan proteger a los usuarios de agentes externos; sin embargo, las edificaciones con el pasar del tiempo empiezan un proceso de degradación perdiendo su capacidad resistente, seguridad y estética[5].

Hoy en día el concreto es un material omnipresente en la industria de la construcción sin embargo, las lesiones y defectos en las edificaciones son problemas presentes tanto en obras antiguas como nuevas que repercuten indirectamente en la calidad de vida del usuario y su economía, debido a que la reparación y/o reforzamiento de las mismas pueden generar gastos significativos no previstos. Existen diversos procedimientos y técnicas a aplicarse en las estructuras, así como también diferentes tipos de aditivos y materiales para la prevención, tratamiento y reparación de edificaciones de hormigón, por otro lado, los profesionales y obreros deberán seguir especificaciones técnicas para la construcción adecuada de la estructura y emplear materiales de calidad que permitan reducir posibles problemas futuros[5].

La ciencia de la patología estructural ha alcanzado y seguirá alcanzando gran importancia debido a que es sumamente necesario conservar y mantener las estructuras de concreto cuando estas están llegando a su obsolescencia o que a su vez presentan

alguna lesión proveniente del diseño, y/ o construcciones mismas que se acrecientan con las acciones ambientales, lo cual se puede sobrellevar utilizando técnicas eficaces de reparación y/o reforzamiento sobre nuestras edificaciones.

1.1.2. Justificación

Ecuador es un país inminentemente sísmico en donde gran porcentaje de las estructuras son de concreto. Nuestro país ha sido azotado por diferentes sismos tanto de pequeña como gran magnitud, por otro lado, ha soportado diversos fenómenos naturales que han generado el colapso de las mismas así como también cambios en el comportamiento del concreto al estar en contacto de agentes ambientales externos que con el tiempo llevan al deterioro progresivo de las estructuras, sobre todo si ésta no ha recibido un mantenimiento sistemático y programado[6].

La actividad constructiva en gran parte de provincias en el Ecuador no se la lleva mediante la guía y dirección en base a un asesoramiento del obrero constructor, por lo cual la mayoría de las edificaciones son clandestinas al no ser regularizadas presentando lesiones que surgen a partir de la etapa de construcción y con mayor incidencia durante la etapa de uso que se agudizan con el paso del tiempo afectando la resistencia, estabilidad y estética de la estructura y disminuyendo su funcionalidad incumpliendo el tiempo de vida útil para la que fue prevista, por lo que es fundamental intervenir en la estructura inmediatamente para tratar la lesión detectada[7].

La ciudad de Ambato cuenta con construcciones que en su mayoría no cumplen con las normas establecidas por la NEC 2015, actualmente el 70% de las edificaciones son informales y al estar ubicados en una zona que presenta una diversidad de pisos climáticos y a 72 años del terremoto en la ciudad, las edificaciones de concreto pueden llegar a presentar defectos y lesiones que deben ser tratados mediante un diagnóstico adecuado que aclare el origen de la patología, además de conocer las ventajas y desventajas de materiales, sistemas estructurales y cada uno de los procedimientos que permitan la reparación y/o reforzamiento de una estructura[7].

Finalmente, el desarrollo de este tema favorecerá a los constructores, ingenieros civiles y futuros ingenieros civiles al proporcionarles una valiosa herramienta de trabajo que sirva de guía para identificar los defectos y lesiones, además de proponer reparaciones que minimicen y/o erradiquen los daños detectados en edificaciones de concreto.

1.1.3. Fundamentación teórica

1.1.4. Patología

Patología etimológicamente significa pathos (enfermedad) y logos (estudio), consiste en los problemas constructivos que surgen en una estructura después de su ejecución. La patología estructural se encarga del estudio de lesiones, evolución de sus procesos y las posibles reparaciones[8].

Las patologías en las estructuras de hormigón pueden estar presentes por defectos relacionados con las características propias de la estructura, daños generados durante o luego de la incidencia de fuerzas externas y el deterioro de la misma al estar expuesta a la intemperie después de transcurrir un tiempo considerable para la que fue diseñada[9].

1.1.5. Durabilidad

La durabilidad del concreto es la capacidad para resistir diferentes acciones provocadas por condiciones meteorológicas, ataques químicos, biológicos, por abrasión, fatiga u otras condiciones que generen deterioros al concreto impidiendo que cumpla las funciones para las que fue diseñado[8].

El concreto es un material duradero, pero su diseño requiere una cuidadosa consideración de varios parámetros teniendo en cuenta los factores ambientales que varían considerablemente dependiendo la ubicación geográfica[10]. Es importante mencionar que la durabilidad del concreto es afectada por la resistencia del concreto a la penetración de fluidos, además de la relación agua-cemento, y la composición de materiales cementantes empleados en el concreto [11].

La durabilidad de una estructura de concreto básicamente depende de:

- Diseño y cálculo estructural: Apropiaada geometría y cantidad de acero de refuerzo

- Materiales: Concreto, acero de refuerzo, aditivos, productos de protección
- Practica constructiva: mano de obra calificada, protección del concreto y control de calidad
- Protección y curado: plan de mantenimiento preventivo según las condiciones que se encuentre la estructura[8].

1.1.6. Diagnóstico

El diagnóstico consiste en analizar el estado actual de la estructura, mediante una previa inspección, toma de datos y estudio de los mismos[8]. Permite localizar los mecanismos de daño y la identificación de las patologías en estructuras de concreto.

Para realizar un diagnóstico se procederá a seguir los siguientes pasos:

- I. Análisis no destructivo: Se basa en resultados de ensayos tales como: esclerométrico, pachómetro, carbonatación, etc.
- II. Análisis destructivo: Mediante métodos de medición y ensayos destructivos como: Extracción de probetas de hormigón, toma de muestras de armaduras, profundidad de carbonatación, etc.
- III. Análisis de laboratorio: Basados en ensayos de laboratorio que detecten la presencia de cloruros y sulfatos, pérdida de sección[12].

1.1.6.1. Ensayo Esclerométrico

Determina la resistencia de un elemento de concreto en función del número de rebotes del esclerómetro en el concreto endurecido, otras ventajas que presenta este ensayo es que permite determinar la uniformidad del concreto, además de trazar zonas en una estructura de una calidad inferior o si el concreto presenta algún daño[13].

1.1.6.2. Ensayo Pachómetro

Consiste en detectar las armaduras del hormigón a través de un aparato llamado pachómetro que está formado por varias sondas lo cual permite detectar la

posición y la dirección de las barras de refuerzo, también facilita los espesores y la profundidad en la que el acero de refuerzo se encuentra con un índice alto de exactitud[14].

1.1.6.3. Ensayo de Carbonatación

Consiste en determinar el espesor de la capa carbonatada del concreto para lo cual se rocía una solución 1% de fenolftaleína sobre probetas de concreto estableciendo que si el PH del hormigón es superior a 9 alcanza un color rosa intenso lo que permite conocer que el concreto protege a las armaduras o que si el PH es inferior a 9 no toma ningún color lo genera corrosión en el acero de refuerzo[15].

1.1.7. Mantenimiento

Mantenimiento es conjunto de medidas preventivas que permiten corregir errores detectados impidiendo que se llegue a cuestionar la seguridad de la estructura [8].

Para que una obra civil permanezca en condiciones óptimas durante su vida útil de diseño se debe implementar un plan de mantenimiento, al no recibir un correcto mantenimiento puede llegar a padecer deterioros en su desempeño. El mantenimiento conlleva trabajos de reparación y prevención cuyo objetivo es proteger a estructuras que presenten patologías corrigiendo los problemas evidentes[12].

A continuación, se detalla los tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento predictivo: acciones técnicas mediante estándares de durabilidad permiten predecir el momento en que los trabajos de corrección serán necesarios.
- Mantenimiento preventivo: acción técnica que permite prevenir la existencia de una lesión basándose en la detección de patologías a través de inspecciones frecuentes.
- Mantenimiento correctivo programable: es empleado a partir de la detección de una lesión, no es necesario aplicarlo en el momento sino en una fecha más adecuada.
- Mantenimiento correctivo de emergencia: acciones técnicas que son ejecutadas en el momento que ha ocurrido una lesión[16].

1.1.8. Reparación

Reparación consiste en restablecer los niveles originales de seguridad de la estructura[8]. Para una reparación significativa es necesario la comprensión de las causas que generan las patologías en el concreto[17].

Las estructuras que presenten defectos y lesiones pueden recuperarse mediante reparaciones que garanticen seguridad a los usuarios y preserven la vida útil para la que fue diseñada. Es importante mencionar que los defectos de construcción se pueden reparar mientras que los defectos de diseño su reparación es más compleja y en tal caso se llega a la necesidad de reforzar[18].

1.1.9. Refuerzo

Refuerzo es incrementar la capacidad resistente de la estructura sin haber sufrido ningún daño permitiendo soportar las solicitaciones para las que fueron diseñadas[8]. Los refuerzos son empleados cuando una reparación no es suficiente y es necesario reforzar la estructura mediante los siguientes sistemas:

- Reemplazar el material pobre o deteriorado por un material de mejor calidad ya sea hormigón o acero
- Añadir un material que contribuya en el funcionamiento estructural
- Redistribuir las solicitaciones mediante deformaciones impuestas al sistema estructural

Todo refuerzo debe cumplir con los requisitos de compatibilidad plena y la continuidad estructural con el material existente[6].

1.1.10. Restauración

La Restauración son estrategias de intervención sobre edificaciones, que por sus características históricas, culturales o estéticas han alcanzado un valor de símbolo[8]. Consiste en la restitución de un edificio antiguo o parte del mismo a sus condiciones o estado original aportando con soluciones técnicas precisas de reparación, reformas y refuerzos [16].

1.1.11. Sustitución

La sustitución consiste en la demolición de un elemento o parte de la estructura cuando el nivel de daño es alto y es difícil establecer una reparación o refuerzo[8]. Incluye también reemplazar un sistema estructural original por una estructura alternativa[16].

A continuación, se detalla dos tipos de sustitución estructural:

- Sustitución física: Consiste en apartar parte de una estructura que descansa sobre el elemento que será demolido
- Sustitución funcional: Consiste en la sustitución física del elemento sin demoler la parte estructural deteriorada[6].

1.1.12. Obsolescencia

Obsolescencia es la incapacidad de un edificio o sus elementos de adaptarse a los cambios presentados por el tiempo y a las siguientes características[5]:

- Física: Daño último de los elementos físicos
- Funcional: Pérdida de la funcionalidad inicial para la que fue diseñado
- Económica: Mala relación costo beneficio de la estructura al darse una intervención[8].

1.1.13. Vida útil de una estructura

Periodo de tiempo, a partir de la fecha de finalización de su ejecución, en la cual la estructura debe mantenerse y cumplir con las con las exigencias de funcionalidad, seguridad y estética para el tiempo que fue previsto sin emplear gastos de mantenimiento considerables[8].

1.1.14. Defectos

Los defectos son falta de calidad en origen potencialmente lesivo, se generan en el proceso de producción, fabricación y se materializa antes o después de su empleo [8]. Estos evolucionan con el paso de tiempo por lo que se recomienda que se detecten las fallas a tiempo evitando que alcancen su estado crítico.

La identificación de posibles defectos ocultos es de gran utilidad debido a que puede complicar el rendimiento de la estructura, cabe recalcar que, si se detectara tarde, se incrementaría notoriamente los costos de las reparaciones[19].

1.1.15. Lesiones

Las lesiones son daños ocasionados por causas físicas o químicas que se concentran en deformaciones o alteraciones en los materiales, afectando a las prestaciones de la estructura u otros elementos constructivos[16]. Son manifestaciones de un problema constructivo producto de un proceso patológico siendo el punto de partida para un estudio patológico.

A continuación, se detallan los tipos de lesiones.

- **Físicas:** Generadas por agentes atmosféricos como la humedad.
 - *Humedad:* Presencia no deseada de agua en estado líquido en un material o elemento constructivo.
 - Humedad de obra: se genera por el agua utilizada en construcción.

Figura 1. Humedad de obra.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- Humedad capilar: se origina debido a la ascensión del agua mediante su estructura porosa por la capilaridad.

Figura 2. Humedad capilar.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- Humedad por filtración: proviene de la filtración de agua del exterior hasta el interior creando manchas.

Figura3. Humedad por filtración.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- Humedad de condensación: se origina como consecuencia de la condensación del vapor del agua ubicándose en las esquinas de los techos.

Figura 4. Humedad de condensación.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- Humedad accidental: se produce debido a la rotura de alguna conducción de agua permitiendo el pase de agua.

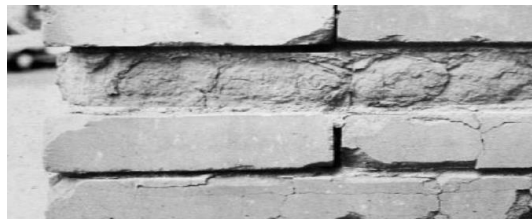
Figura 5. Humedad accidental.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- *Erosión Física:* Pérdida de material superficial de un elemento de construcción provocada por acciones físicas de agentes atmosféricos.

Figura 6. Erosión Física.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- *Suciedad:* Acumulación de partículas ensuciantes en la fachada de los edificios tanto en la superficie exterior como en el interior de los poros superficiales.

Figura 7. Suciedad.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- **Mecánicas:** Esfuerzos mecánicos sobre elementos estructurales superiores a los previstos por cálculo, como sobrecarga, carga dinámica.

- *Deformaciones*: Cambio de forma de una estructura ocasionado por cargas aplicadas y esfuerzos directos.

Figura 8. Deformaciones.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- *Grietas*: Son aberturas incontroladas de un elemento que afectan a todo su espesor.

Figura 9. Grietas.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- *Fisuras*: Son aberturas que afectan únicamente la superficie del elemento.

Figura 10. Fisuras.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- *Desprendimientos:* Consiste en la separación de un material de acabado del soporte al que estaba aplicado como consecuencia de la humedad, deformaciones, grietas, etc.

Figura 11. Desprendimientos.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- *Erosiones Mecánicas:* Pérdida del material superficial debido a esfuerzos mecánicos como personas, animales, golpes.

Figura 12. Erosiones Mecánicas.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- **Químicas:** Se producen al accionar sales, ácidos, humedad, que reaccionan químicamente ocasionando la descomposición del material.
 - *Florescencias:* Son capas o adiciones de sales solubles cristalinas de color blanquecino que se forman por la migración o evaporación del agua.

Figura 13. Florescencias.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- *Corrosión:* Desintegración o deterioro del concreto generados por agentes químicos.

Figura 14. Corrosión.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- *Organismos:* Asentamientos incontrolados en las fachadas de los edificios de organismos vivos generando lesiones en los materiales constructivos.

Figura 15. Organismos.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

- *Erosiones Químicas:* Surgen a partir de las reacciones químicas entre los diferentes elementos constructivos de materiales ya sean naturales o artificiales que forman parte del principal proceso patológico[8].

Figura 16. Erosiones Químicas.



Fuente: M. Ureña, Patologías en la construcción.

1.1.16. Síntomas

Los síntomas son evidencias que manifiestan una lesión en una estructura o parte de ella a partir del cual se inician los estudios esenciales para conseguir el diagnóstico que permitan proceder a su rehabilitación[6].

1.1.17. Aditivos

Los aditivos son productos formulados para mejorar algunas propiedades de los hormigones y morteros ya sea que estos se encuentren en estado fresco o en estado endurecido. Son empleados principalmente para reparaciones, refuerzos y protección, existen también aditivos aceleradores de fraguado y endurecimiento, retardadores, reductores de agua y expansores[16].

El exceso de algunos aditivos puede modificar su comportamiento en sentido contrario, los aditivos con menos problemas son los plastificantes mientras que los problemáticos son los inclusores de aire y los aceleradores de fraguado ya que pueden acelerar el proceso de corrosión[8].

A continuación, se detallan los tipos de aditivos:

- Reductores de agua (Plastificantes): Reducen el contenido de agua de la mezcla entre 5% a 10% en ocasiones hasta el 15%, el objetivo de este aditivo es la reducción en la relación a/c a la vez que se conserve la trabajabilidad, otra característica de este aditivo es que muestra segregación baja y buena plasticidad.
- Retardantes: Se caracterizan por retrasar el tiempo de fraguado del concreto, son útiles para disminuir la pérdida de revenimiento y extender la trabajabilidad, el empleo de estos aditivos reducen la resistencia a edades tempranas (1 a 3 días).
- Acelerantes: El objetivo de este aditivo es acelerar el desarrollo temprano de la resistencia del concreto además del tiempo de fraguado.

- Plastificantes Retardantes: Se caracteriza por reducir el contenido de agua alcanzando altas resistencia a cualquier edad además de retardar el fraguado del concreto.
- Plastificantes Acelerantes: Permite reducir el contenido de agua, acelerar el fraguado y alcanzar mayor resistencia a edades tempranas.
- Superplastificantes: Este tipo de aditivos se caracterizan por reducir entre 12% a 30% de agua alcanzando mayores resistencias en el concreto a edades tempranas, empleados en columnas y muros altos.
- Inclusores de aire: Se caracteriza por la incorporación de aire a través de pequeñas burbujas de un tamaño entre 0.01mm y 1mm aumentando la resistencia del concreto frente a ciclos de congelamiento-descongelamiento, este tipo de aditivo reduce la permeabilidad, segregación y el sangrado.
- Impermeabilizantes: Estos aditivos reducen la velocidad en la cual el agua bajo presión circula a través del concreto disminuyendo la permeabilidad[20].
- Inhibidores de Corrosión: Se caracterizan por retardar la corrosión aumentando la vida útil de la estructura de concreto armado, debido que el principal motivo de daños de este tipo de estructuras es la corrosión. Este tipo de aditivo protege al acero de ambientes contaminados de CO₂, acción del agua o sales minerales[21].
- Sellador: Este producto se distingue por sellar superficies porosas del concreto, empastes y enlucidos.
- Epóxico: Es un adhesivo estructural que se caracteriza por unir el concreto endurecido con el concreto fresco además de fijar pernos, rieles y soportes estructurales.
- Pintura Elastomérica: Es un aditivo que se caracteriza por permitir el saneamiento, sellado y regularización de superficies de fachadas fisuradas de mortero y hormigón.

- Mortero de reparación: Es un producto de alta resistencia mecánica empleado para reparaciones, rellenos y recuperación de secciones de estructuras de hormigón armado.
- Adhesivo para anclajes: Es un adhesivo que se caracteriza por tener curado rápido para anclajes de pernos roscados, tornillos, barras de acero con resalte y sistemas especiales de sujeción.
- Fungicida: Es un producto que se aplica en superficies de concreto eliminando y evitando la formación de musgos y hongos en áreas sombrías tanto en el interior como en el exterior[21].
- Pintura Hidrófuga: Es un aditivo que concede la transpiración de superficies de piedra, ladrillo y hormigón, se caracteriza por tener una gran resistencia a la intemperie evitando la formación de hongos, absorción de agua además de impermeabilizar superficies porosas[22].
- Ácido clorhídrico: Es una sustancia que permite la neutralización de superficies alcalinas como cemento y hormigón evitando la formación de sarro, hongos, moho y sales botroidales[23].
- Detergente alcalino: Es un producto que sirve para limpiar superficies de fachadas eliminando la presencia de hollín, polvo y grasas[24].

1.1.18. Concreto

El concreto es una mezcla de cemento, arena, ripio y agua, para lo cual la apropiada dosificación es fundamental para preparar un concreto que cumpla con las normas establecidas[8].

A continuación, se detalla los componentes del concreto:

- Cemento: conglomerante hidráulico que al ser mezclado con agua fraguan y endurecen.
- Áridos: componen entre el 70% - 80% del volumen del hormigón siendo fundamentales para definir su resistencia, deben estar libres de materia orgánica y tener una granulometría adecuada. Es importante

evitar el exceso de finos, áridos muy alargados, áridos compuestos de azufre y áridos redondeados.

- Agua: elemento que permite realizar la dosificación del hormigón variando su resistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad y permeabilidad, es importante tener en cuenta que el agua empleada debe estar limpia y el exceso de esta disminuye la resistencia del concreto.
- Aditivos: sustancias que son agregadas al concreto para modificar algunas propiedades, se caracterizan por mejorar pero no por arreglar un hormigón si es defectuoso, el exceso de estos pueden modificar su comportamiento en sentido negativo[8].

1.1.19. Ataque del concreto a altas temperaturas:

El concreto presenta excelentes propiedades de resistencia frente al fuego por lo cual es empleado en edificaciones demostrando un buen comportamiento de protección y seguridad en caso de incendio. Frente al fuego el concreto tiene la capacidad de soportar cargas, resistencia a la penetración de flamas y la transferencia de calor[25].

Cuando el concreto está sometido a altas temperaturas se genera cambios físicos y químicos ocasionando disminución de la resistencia, alargamiento de la longitud original, disminución del módulo de elasticidad, descomposición del agregado y desprendimiento superficial[8].

1.1.20. Tipos de Cemento

- Cemento Tipo I: Uso General: empleado en pavimentos, puentes, embalses, tuberías, cimentaciones, unidades de mampostería, etc.
- Cemento Tipo II y Tipo II (MH): Moderada resistencia a los sulfatos y al calor de hidratación: empleado en estructuras que se encuentren en ambientes agresivos expuestos a suelos o agua subterránea.

- Cemento Tipo III: Altas resistencias iniciales: garantiza alta resistencia a edades tempranas empleado para adelantar el desencofrado.
- Cemento Tipo IV: Para lograr bajo calor de hidratación: empleado para disminuir el calor generado por la hidratación.
- Cemento Tipo V: Alta resistencia a los sulfatos: utilizado en concretos expuestos al contacto con agua subterránea, suelos, ambientes salinos con gran presencia de sulfatos[20].

1.1.21. Componentes del Cemento

Principales

- Silicato bicálcico (C_2S): Contribuye con resistencia y endurecimiento a largo plazo.
- Silicato tricálcico (C_3S): Contribuye con resistencia inicial y endurecimiento rápido.
- Aluminato tricálcico (C_3A): Aporta poca resistencia y se altera de manera fácil en presencia de sulfuros.
- Ferroaluminato tetracálcico (C_4AF): Acelera al fraguado además que los óxidos de hierro se desempeñan como fundentes, generan el color gris al cemento[26].

Secundarios

- Cal Libre.
- Magnesia Libre.
- Sulfato.
- Álcalis[8].

1.1.22. Acero

Es una aleación de hierro y carbono (aproximadamente 0.05 % hasta menos de 1.7 %), también se da combinaciones específicas como el cromo o níquel para una finalidad determinada. Es importante mencionar si el contenido de carbono es mayor 1.7% es un hierro bruto y quebradizo, mientras que si se encuentra

por debajo del 1.7% se convierte en acero ya que se vuelve forjable ablandándose lentamente al someterse al calor[8].

1.1.23. Lámina de Fibra de Carbono

Es un material empleado como refuerzo estructural en estructuras de hormigón armado debido a su alta capacidad de resistencia mecánica, durabilidad en entornos agresivos y su ligereza; una ventaja que presenta este elemento es que es flexible adaptándose a cualquier geometría además de su fácil y rápida colocación en obra[27].

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Desarrollar un manual técnico patológico orientado a la detección, diagnóstico y reparación de defectos y lesiones en edificaciones de concreto.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los diferentes tipos de lesiones y defectos en edificaciones de concreto y las causas que las generan.
- Determinar los patrones típicos de daño y generar una guía para la detección rápida de lesiones y defectos en edificaciones de concreto
- Establecer los ensayos que se requieren para el diagnóstico de lesiones y defectos en edificaciones de concreto.
- Plantear estrategias de prevención y reparación de patologías en edificaciones de concreto.
- Presentar el manual propuesto en formato libro electrónico para su fácil aplicación en obra.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

1.3. Materiales y Equipo

1.3.1. Materiales

Tabla 1. Materiales.

MATERIALES		
Nombre	Cantidad	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Materiales de Oficina	1	Unidad

Fuente: Villafuerte Alex.

1.3.2. Equipos

Tabla 2. Equipos.

EQUIPOS		
Nombre	Cantidad	Unidad
Computador	1	Unidad
Impresora	1	Unidad
Cámara	1	Unidad
Flexómetro	1	Unidad
SOFTWARE		
Microsoft Word	1	Unidad
Microsoft Excel	1	Unidad
AutoCAD	1	Unidad

Fuente: Villafuerte Alex.

1.4. Métodos

1.4.1. Nivel o Tipo de Investigación

En el proyecto técnico a desarrollarse, los niveles de investigación que se emplearán serán: de campo y explicativa.

- De campo ya que se recopilará fotografías de defectos y lesiones de edificaciones de concreto edificaciones de concreto que presenten los diferentes tipos de lesiones lo que permitirá elaborar los esquemas

típicos de daño además de las fichas patológicas que formarán parte del manual.

- Explicativa con un enfoque técnico porque se establecerá una guía para identificar de manera rápida los defectos y lesiones mediante la elaboración de fichas patológicas que detallen el tipo de lesión, elemento afectado, subsistema al que pertenece, descripción de la lesión y esquema de daño; además de los ensayos que se requieren para el diagnóstico y técnicas de reparación y/o refuerzo para mitigar los daños presentes en edificaciones de concreto.

Las fotografías de las lesiones y defectos que son de otra fuente han sido tomadas de libros y artículos científicos por lo se encuentran referenciadas, el resto de fotografías son inéditas bajo mi autoría.

1.4.2. Plan de Recolección de Información

Tabla 3. Plan de recolección de información.

Preguntas básicas	Explicación
¿Para qué?	Establecer una guía para la detección de los diferentes tipos lesiones además de métodos de diagnóstico y rehabilitación de edificaciones de concreto.
¿De qué personas u objetos?	Edificaciones de concreto.
¿Sobre qué aspectos?	Lesiones y Defectos que presenten los elementos estructurales de las edificaciones.
¿Quién evalúa?	Villafuerte Córdova Alex Bryan.
¿Dónde se evalúa?	Laboratorios de computación de la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

¿Con que técnica o instrumento?	Investigación bibliográfica y de Campo.
---------------------------------	---

Fuente: Villafuerte Alex.

1.4.3. Plan de Procesamiento y Análisis de Información

Para el siguiente proyecto técnico se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

- Revisión bibliográfica que permita recopilar información sobre los tipos de lesiones, defectos y las causas que los generan.
- Recopilación de fotografías de los diferentes tipos de lesiones y defectos mediante visitas a campo a edificaciones de concreto que presenten daños para lo cual se empleará cámara fotográfica y una ficha de recopilación de información.
- Elaboración de fichas patológicas que detallen el tipo de lesión, elemento afectado, subsistema al que pertenece, descripción de la lesión y esquema de daño con el objetivo de mitigar el problema.
- Búsqueda bibliográfica de fuentes certificadas y normas que detallen los ensayos que se requieren para el diagnóstico de lesiones y defectos de edificaciones de concreto.
- Recopilación de información plasmada en libros como “Técnicas de reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado y albañilerías” y normas como “ACI 224, ACI 546R-04” para establecer procedimientos que permitan prevenir, reparar y reforzar las lesiones y defectos detectados.
- Elaboración del manual que sea tipo libro electrónico que conste de portada, índice interactivo y fichas patológicas para que nos facilite encontrar todo para la aplicación de obra.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Lesiones Físicas

3.1.1.1. Elementos no estructurales – Mampostería

3.1.1.1.1. Humedad Capilar (Primaria), Eflorescencia (Secundaria)

- **Ficha Informativa N°1 de la Edificación.**

Tabla 4. Ficha Informativa N°1 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	La Matriz - Ambato
Uso Dominante:	Residencial y Servicio de Oficinas
Cambio de Uso:	No

Intervenciones realizadas:	No se ha realizado ningún tipo de intervención
Año de construcción:	1978
Normativa de diseño:	Guía popular de Construcciones Sismo Resistente INEN 1era edición 1976
Construcción dirigida por un profesional:	Si
Superficie de Terreno:	63.2 m ²
Superficie de Construcción:	63.2 m ²
Número de Pisos:	3
Dirección:	Av. Cevallos y Castillo
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Silvia Sánchez
Contacto:	0999835091

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 17. Humedad Capilar.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Física.

- **Elemento**

Pared.

- **Subsistema**

Periférico Vertical.

- **Número de piso afectado**

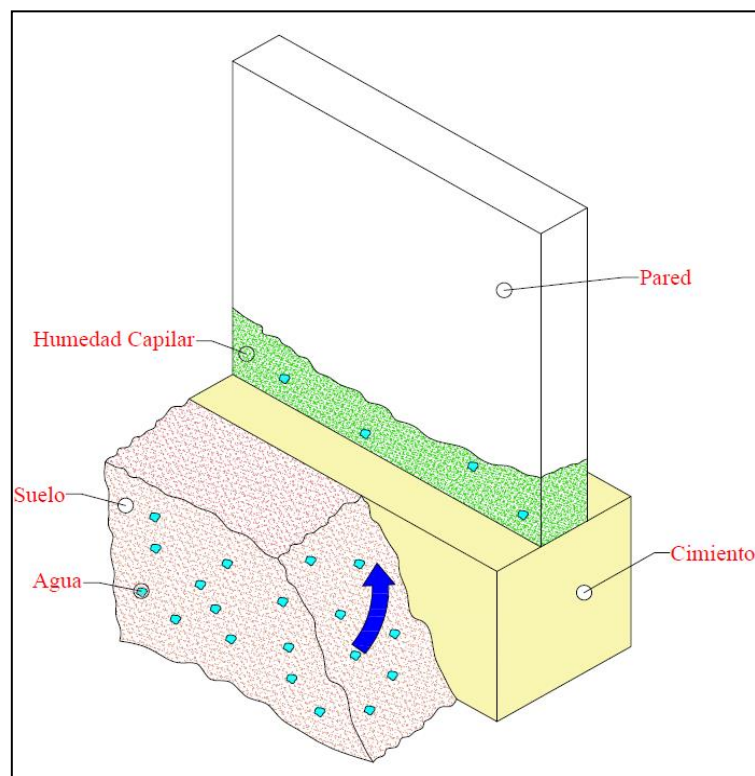
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión se extiende en la parte inferior de la pared en un área de 0.17m^2 , la pared afectada es de bloque, tiene una capa de mortero y pintura de interior como acabado, la lesión presenta una coloración blanca y sales botroidales, se puede apreciar el desprendimiento de la pintura y la capa de mortero.

- **Esquema de daño**

Figura 18. Esquema de daño humedad capilar.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**
 - **Directa**

Causa Física: Agua de lluvia que asciende del suelo por capilaridad.

Causa Química: Sales solubles provenientes del agua que asciende del suelo.
 - **Indirecta**

Ausencia de mantenimiento.
- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Empleo de barrera química repelente al agua

Pasos a seguir:

- a) Realizar una inspección visual para identificar el área de afectación.
- b) Retirar la pintura y el enlucido de la zona afectada. Realizar este procedimiento en un 20% de área adicional.
- c) Eliminar la presencia de sales eflorescencias siguiendo los pasos de la propuesta de reparación establecida en la [pag.100](#).
- d) Realizar perforaciones de 12mm de diámetro en la zona de junta de mampostería y cada medio mampuesto en la primera línea de mortero con respecto al piso, estas perforaciones deben ser el 80% del ancho de la pared con el objetivo de que el aditivo no pase para la otra cara de la mampostería.
- e) Eliminar el polvo de las perforaciones mediante un soplador o compresor de aire.
- f) Introducir por las perforaciones un aditivo inyectable impermeabilizante repelente al agua mediante una pistola de juntas (pistola de calafateo) verificando que estén completamente rellenas[16].

- **Aditivos**
 - Impermeabilizante.
 - Sellador.

3.1.1.1.2. Humedad Accidental (Primaria), Eflorescencia (Secundaria)

Esta lesión está presente en la misma edificación de la tabla 4 por lo que no se ha elaborado una ficha informativa.

- **Fotografía de la lesión**

- **Cara Interna**

Figura 19. Humedad accidental cara interna.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Cara Externa**

Figura 20. Humedad accidental cara externa.



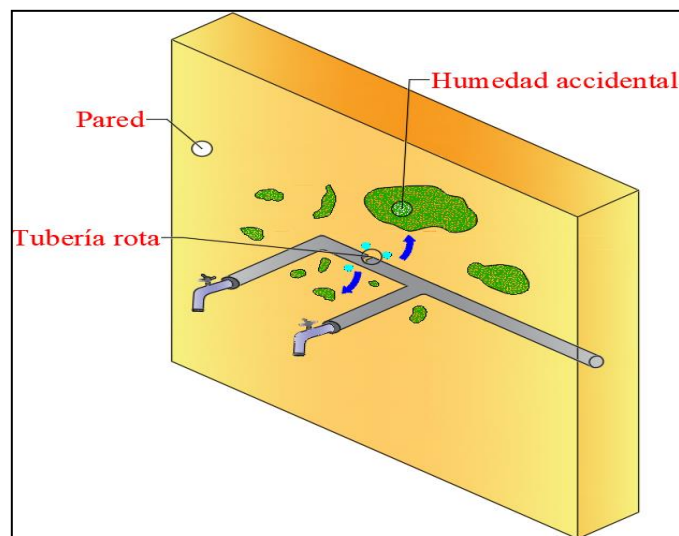
Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Física.

- **Elemento**
Pared.
- **Subsistema**
Periférico Vertical.
- **Número de piso afectado**
Planta Baja.
- **Descripción**
La lesión se encuentra situada en una pared en la cual existen instalaciones de tuberías que suministran agua a una lavadora, la zona afectada tiene un área de 1.05 m², la lesión presenta desprendimiento continuo de pintura en la pared y la aparición de sales botroidales en zonas puntuales y aisladas por donde pasan las tuberías, este tipo de humedad está presente únicamente en esta pared de la edificación.
- **Esquema de daño**

Figura 21. Esquema de daño humedad accidental.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**
 - **Directa**
Causa Física: Agua proveniente de la tubería.
 - **Indirecta**
Finalización de la vida útil de la tubería.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

- **Sustitución de tubería rota**

Pasos a seguir:

- a) Identificar la zona en la cual se presenta la humedad accidental producto de una tubería rota.
- b) Picar la pared cuidadosamente con un cincel permitiéndonos llegar hasta la tubería.
- c) Sustituir la tubería defectuosa por una nueva verificando que esta sea de buen material.
- d) Restituir la pared con una capa de mortero verificando que se encuentre nivelada.
- e) Enlucir, aplicar sellador y pintar la pared donde se ejecutó la reparación de la tubería[16].

- **Aditivos**

- Sellador.

3.1.1.1.3. Suciedad

Esta lesión está presente en la misma edificación de la tabla 4 por lo que no se ha elaborado una ficha informativa.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 22. Suciedad.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Física.

- **Elemento**

Pared.

- **Subsistema**

Periférico Vertical.

- **Número de piso afectado**

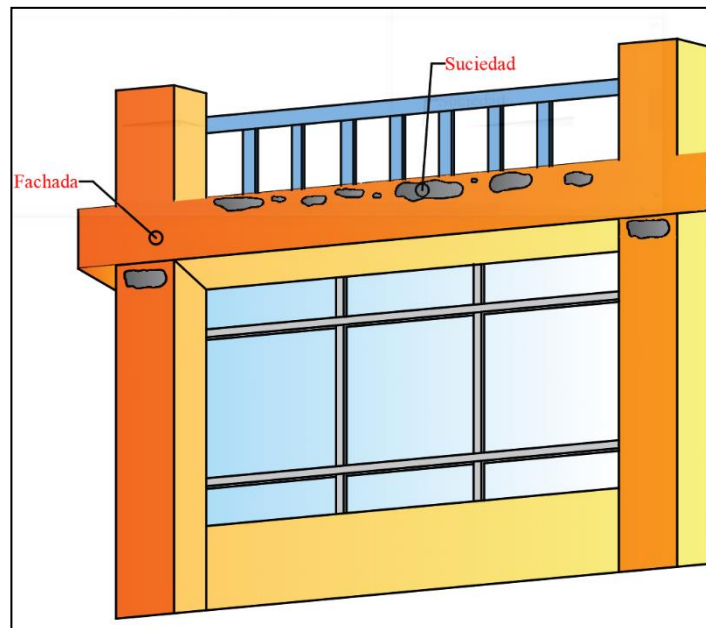
Tercero.

- **Descripción**

La lesión se encuentra en la fachada de la edificación, se extiende en una zona de 0.66 m², la lesión presenta manchas de color negro, pequeñas partículas sólidas y material producto de la combustión de vehículos.

- **Esquema de daño**

Figura 23. Esquema de daño suciedad.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Física: Agentes atmosféricos (contaminación, sol, lluvia, viento).

- **Indirecta**

Ausencia de mantenimiento.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Limpieza mediante cepillado, detergente alcalino y proyección de agua a presión

Pasos a seguir:


- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.

- b) Emplear un chorro de agua a presión para eliminar el polvo de la superficie de la fachada.
 - c) Cepillar manualmente la zona afectada empleando un cepillo blando y detergente alcalino que permita disolver la suciedad sin dañar el revestimiento.
 - d) Lavar la zona que se cepilló y aplicó detergente mediante un chorro de agua, verificando que esta se encuentre sin la presencia de suciedad[28].
- **Aditivos**
 - Detergente alcalino.

3.1.1.1.4. Fisura de piel de cocodrilo en enlucidos

- **Ficha Informativa N°2 de la Edificación.**

Tabla 5. Ficha Informativa N°2 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Pishilata - Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	2007
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	355.86 m ²

Superficie de Construcción:	312.26 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Galo Vela
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Ernesto Villacis
Contacto:	0982026233

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 24. Fisura de piel de cocodrilo en enlucidos.



Fuente: Villafuerte Alex.

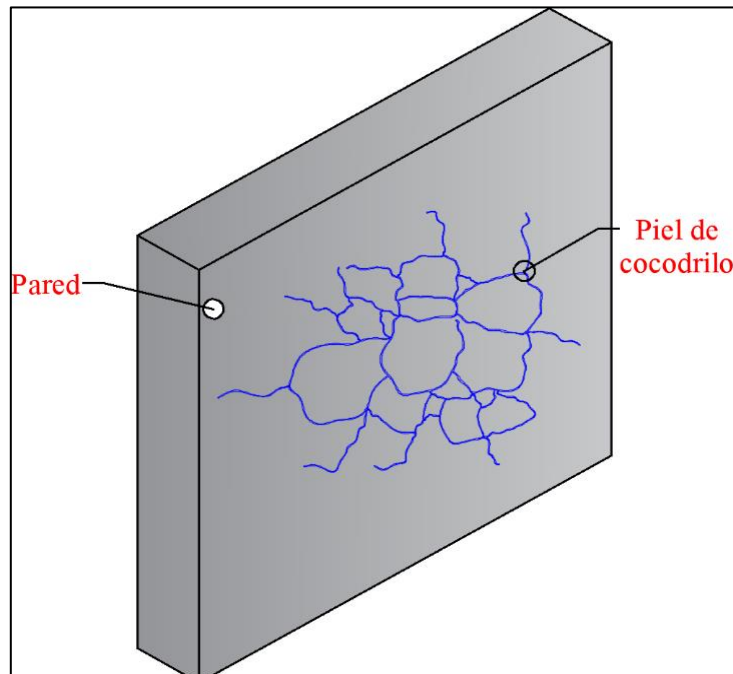
- **Tipo de lesión**
Mecánica.
- **Elemento**
Pared.
- **Subsistema**
Periférico Vertical.
- **Número de piso afectado**
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión está ubicada en la cara externa de la pared del patio posterior de la casa, la zona afectada tiene un área de 2.80m². Las fisuras son de 0.2mm aproximadamente, son poco profundas y tienen poca separación, la pared afectada está expuesta directamente al sol y la lluvia debido a que no tiene ningún tipo de protección contra los agentes atmosféricos, la lesión afecta únicamente al enlucido.

- **Esquema de daño**

Figura 25. Esquema de daño fisura piel de cocodrilo en enlucidos.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Física: Agentes atmosféricos (sol, lluvia, viento).

- **Indirecta**

Falta de control de ejecución.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Saneamiento de fisuras mediante la aplicación de pintura elastomérica

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.
- b) Retirar la capa de pintura mediante lijado y/o discos de desbaste.
- c) Limpiar las fisuras con un soplador de aire o compresor para retirar residuos de polvo, partículas sueltas, grasa y suciedad lo que permitirá aplicar el aditivo.
- d) Aplicar la imprimación de pintura elastomérica con una brocha o rodillo verificando que el producto penetre bien en las fisuras.
- e) Dejar secar el aditivo para que selle las fisuras y las impermeabilice.
- f) Aplicar sellador y pintar la pared donde ejecutó la reparación[14].


- **Aditivos**

- Pintura elastomérica.
- Sellador.

3.1.1.1.5. Erosión Física

- **Ficha Informativa N°3 de la Edificación.**

Tabla 6. Ficha Informativa N°3 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Pishilata-Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	2010
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	310 m ²

Superficie de Construcción:	295 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Galo Vela
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Aníbal Pérez
Contacto:	0995111183

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 26. Erosión Física.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Física.

- **Elemento**

Pared.

- **Subsistema**

Periférico Vertical.

- **Número de piso afectado**

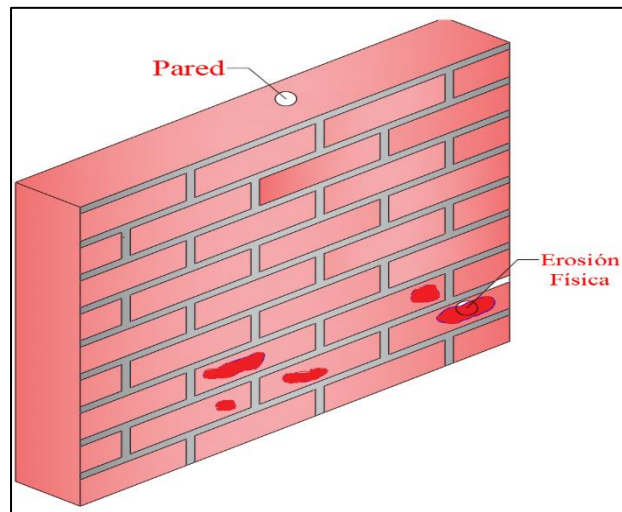
Segundo.

- **Descripción**

La presencia de erosión física se encuentra en la cara exterior de la pared trasera de la edificación, se extiende en una zona de 0.83 m², se puede apreciar que la lesión presenta pérdida superficial del mampuesto.

- **Esquema de daño**

Figura 27. Esquema de daño erosión física.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Física: Agentes atmosféricos (contaminación, sol, lluvia, viento).

- **Indirecta**

Ausencia de mantenimiento.

Proceso constructivo.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Relleno con mortero la superficie que presenta erosión física.

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.
- b) Limpiar la superficie del mampuesto mediante medios manuales como cepillos blandos y chorro de agua garantizando que estén libres de grasa, residuos, partículas sueltas y suciedad.

- c) Dejar secar la superficie del mampuesto para que se evapore el agua garantizando que la zona no se encuentre sobresaturada.
- d) Aplicar un adhesivo epoxi que permita unir el mortero sobre la superficie de mampuesto.
- e) Aplicar la capa de mortero para evitar que el mampuesto erosione por agentes atmosféricos.
- f) Aplicar sellador y pintar la fachada donde se ejecutó la reparación[16].

- **Aditivos**


- Adhesivo epoxi.
- Sellador.

3.1.1.2. Elementos estructurales – Losa

3.1.1.2.1. Humedad por filtración (Primaria), Eflorescencia (Secundaria)

- **Ficha Informativa N°4 de la Edificación.**

Tabla 7. Ficha Informativa N°4 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Ficoa - Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	1992
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	180 m ²
Superficie de Construcción:	180 m ²

Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Rodrigo Pachano y Las Manzanas
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Eduardo Manjarrez
Contacto:	0972835095

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

- Cara Interna

Figura 28. Humedad por filtración cara interna.



Fuente: Villafuerte Alex.

- Cara Externa

Figura 29. Humedad por filtración cara externa.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

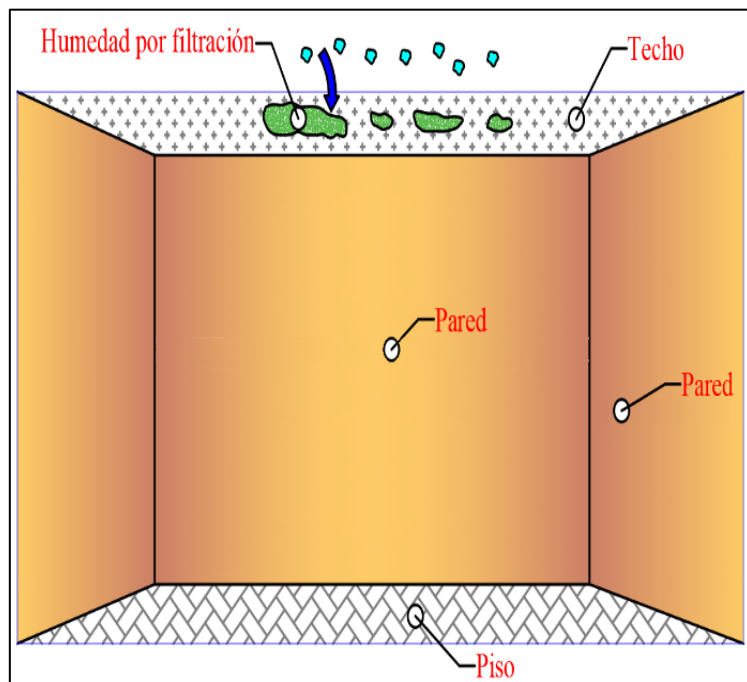
Física.

- **Elemento**
Losa.
- **Subsistema**
Estructural.
- **Número de piso afectado**
Segundo.
- **Descripción**

La lesión se encuentra en la cara interna de la losa de cubierta de la edificación con una zona afectada de 0.56m², la losa afectada es maciza de hormigón armado con un espesor de 0.20m, la lesión presenta una coloración blanca y sales botroidales, se puede apreciar el desprendimiento de la pintura, en la cara externa de la losa de cubierta se puede apreciar fisuras con una profundidad de 2mm y espesor de 4mm, además presenta un desnivel lo cual genera la acumulación de agua lluvia.

- **Esquema de daño**
 - Cara Interna.

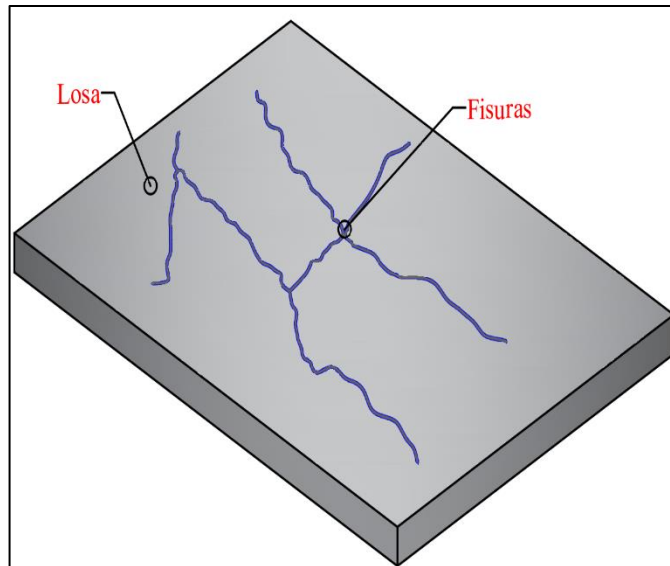
Figura 30. Esquema de daño humedad por filtración cara interna.



Fuente: Villafuerte Alex.

- Cara Externa.

Figura 31. Esquema de daño humedad por filtración cara externa.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**
 - **Directa**
Causa Física: Agentes atmosféricos (lluvia).
 - **Indirecta**
Defectos y Errores de construcción.
- **Ensayos para diagnóstico**
No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.
- **Propuesta de reparación**

Cara Externa

Sellar Fisuras

Pasos a seguir:

- Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.
- Limpiar la superficie de las fisuras mediante un soplador de aire o compresor y chorro de agua garantizando que estén libres de grasa, residuos, partículas sueltas y suciedad.

- c) Dejar secar la zona de las fisuras para que se evapore el agua garantizando que la superficie no se encuentre sobresaturada.
- d) Aplicar una imprimación de impermeabilizante mediante una espátula en el área afectada garantizando que se rellene la zona de las fisuras.
- e) Dejar secar el impermeabilizante para que selle las fisuras[14].

Nivelar superficie de losa para desalojo de agua lluvia.

Pasos a seguir:

- a) Aplicar en la superficie de la losa un adhesivo epoxi a través de una brocha o rodillo que permita unir el concreto endurecido con el mortero de reparación fresco.
- b) Nivelar la superficie de losa mediante el uso de mortero de reparación verificando que tenga una pendiente e inclinación apropiada evitando la acumulación de agua en la zona afectada.

Cara Interna

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.
- b) Retirar la pintura y el enlucido de la zona afectada mediante un cincel y cepillos metálicos.
- c) Eliminar la presencia de eflorescencias siguiendo los pasos de la propuesta de reparación en la [pag.100](#).
- d) Enlucir, aplicar sellador y pintar la cara interna de la losa de cubierta[28].

• Aditivos

- Impermeabilizante.
- Adhesivo epoxi.
- Mortero de reparación.
- Sellador.

3.1.1.2.2. Humedad de condensación

Esta lesión está presente en la misma edificación de la tabla 7 por lo que no se ha elaborado una ficha informativa.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 32. Humedad de condensación.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Física.

- **Elemento**

Losa.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

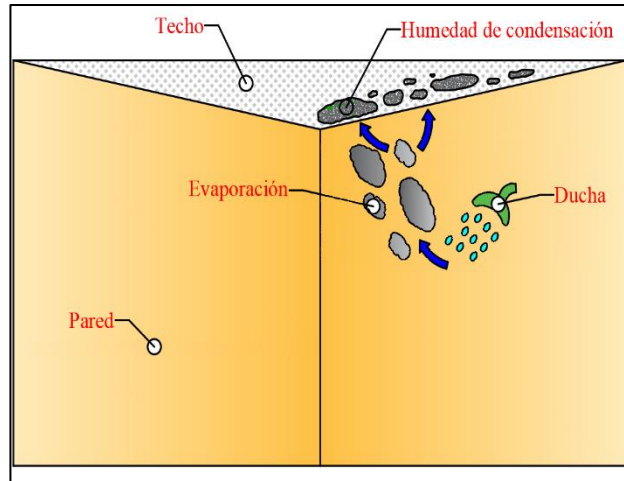
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión se encuentra ubicada en la esquina del techo del baño, la zona afectada presenta un área de 0.3 m², la lesión presenta manchas de color negro de hongos, la cara exterior de la losa no presenta ningún daño.

- **Esquema de daño**

Figura 33. Esquema de daño humedad de condensación.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Física: Humedad Ambiental (contenido de vapor de agua proveniente de la ducha).

- **Indirecta**

Ausencia de mantenimiento y ventilación.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Aplicación de fungicida, sellador y pintura hidrófuga en la cara interna de losa de entepiso

Pasos a seguir:

- a) Realizar una inspección visual para identificar la zona donde se presenta la humedad de condensación por lo general está ubicada en la esquina de los techos.

- b) Aplicar una imprimación de fungicida para matar los hongos que se han generado en la cara interna de la losa.
- c) Limpiar la superficie mediante chorro de agua garantizando esté libre del fungicida aplicado, residuos, partículas sueltas y suciedad.
- d) Aplicar un sellante para reducir la porosidad en la zona limpia.
- e) Aplicar una imprimación de pintura hidrófuga mediante una brocha o rodillo la cual impedirá la formación de manchas de hongos[28].

- **Aditivos**

- Fungicida.
- Sellador.
- Pintura hidrófuga.

3.1.1.2.3. Ataque por congelación

- **Ficha Informativa N°5 de la Edificación**

Tabla 8. Ficha Informativa N°5 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Pishilata - Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	2008
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	120 m ²

Superficie de Construcción:	95 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Galo Vela
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Esteban Córdova
Contacto:	0984866572

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 34. Ataque por congelación.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Física.

- **Elemento**

Losa.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

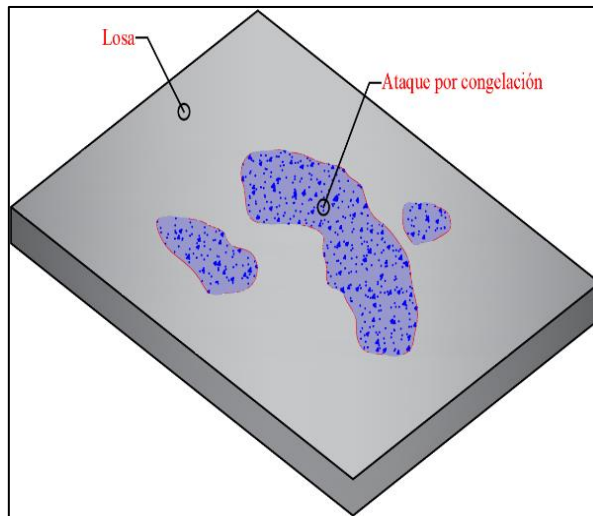
Segundo.

- **Descripción**

La lesión está presente en una losa de hormigón armado, se puede apreciar la escamación y disgregación superficial del concreto, la zona afectada presenta un área de 0.95m².

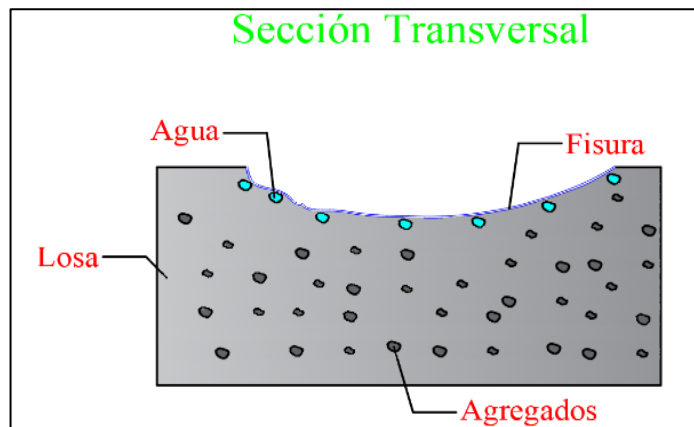
- **Esquema de daño**

Figura 35. Esquema de daño ataque por congelación.



Fuente: Villafuerte Alex.

Figura 38. Esquema de daño ataque por congelación sección transversal.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**
 - **Directa**

Causa Física: Agentes atmosféricos (cambios térmicos).
 - **Indirecta**

Error en elección de materiales.
Defectos y errores de construcción.
- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Eliminación del hormigón poroso y regeneración de la superficie con vertido de mortero de reparación.

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.
- b) Delimitar la zona retirando el hormigón contaminado mediante esmeriles con disco de desbaste.
- c) Limpiar la superficie sana de la losa eliminando el polvo y la suciedad mediante cepillado y chorro de agua para garantizar la aplicación del aditivo.
- d) Aplicar el adhesivo epoxi mediante una brocha en la superficie limpia lo que permita unir el hormigón endurecido con el mortero de reparación
- e) Aplicar una capa de mortero de reparación sobre la superficie de la losa verificando que se encuentre alineado al antiguo[16].

Nota: Para que se minimice y/o retrase el daño de la estructura es necesario emplear cementos especiales en la consolidación del elemento para que ofrezcan resistencia a los agentes atmosféricos.

- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi.
- Mortero de reparación.


3.1.2. Lesiones Mecánicas

3.1.2.1. Elementos no estructurales – Mampostería

3.1.2.1.1. Grieta entre el mampuesto y el mortero

- **Ficha Informativa N°6 de la Edificación**

Tabla 9. Ficha Informativa N°6 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Pishilata-Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	1999
Normativa de diseño:	Ninguna

Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	170.28 m ²
Superficie de Construcción:	153.83 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Real Audiencia de Quito
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Washington Córdova
Contacto:	0998330586

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 37. Grieta entre el mampuesto y el mortero.



Fuente: Villafuerte Alex.

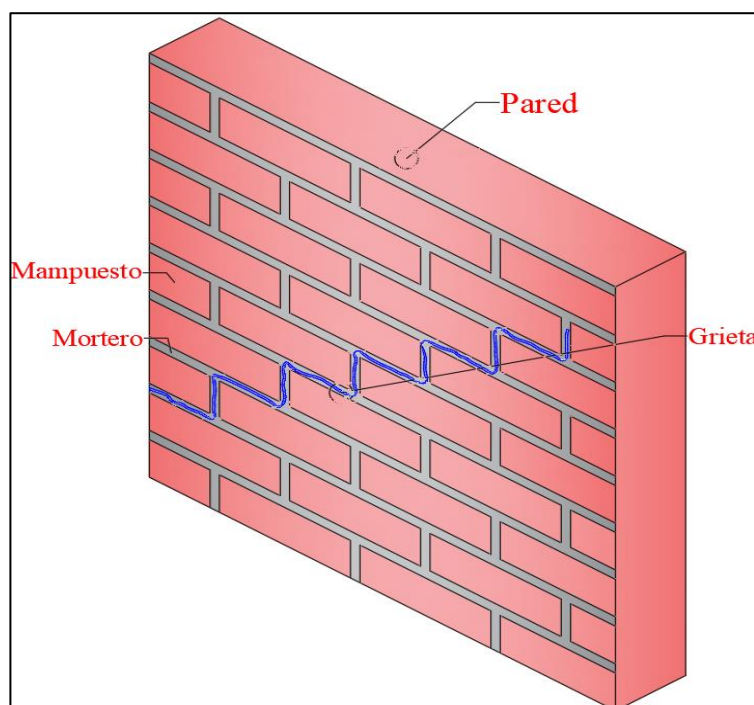
- **Tipo de lesión**
Mecánica.
- **Elemento**
Pared.
- **Subsistema**
Periférico Vertical.
- **Número de piso afectado**
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión está ubicada en la cara externa de la pared posterior de la edificación, la grieta tiene una extensión lineal de 0.75m y un espesor de 8mm, la lesión se da únicamente en esta pared de la edificación.

- **Esquema de daño**

Figura 38. Esquema de daño grieta entre el mampuesto y el mortero.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Mecánica: Movimientos (Sismo).

- **Indirecta**

Falta de control de ejecución.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Costura de Grieta mediante grapas en forma de U

Pasos a seguir:

- a) Realizar una inspección visual para identificar el área de afectación.
- b) Perforar orificios con una profundidad de $2/3$ del espesor de la pared en los dos lados de la grieta entre el mampuesto y el mortero.
- c) Limpiar la grieta y los orificios con un soplador de aire o compresor para retirar residuos de polvo, partículas sueltas, grasa y suciedad.
- d) Rellenar las grietas con un mortero de reparación mediante una espátula.
- e) Anclar las patas de las grapas en los orificios asegurándolas con un adhesivo epóxi para anclajes. Las grapas deben ser ubicadas perpendiculares a la línea de la grieta, la distancia entre ellas no será mayor a 30cm, deben ser variables en longitud (no inferior a 22cm) y orientación permitiendo distribuir la tensión a lo largo de la grieta y no concentrarla en un único plano. El diámetro de las barras no debe ser inferior a 8mm ni mayor a 12mm.
- f) Colocar una capa de mortero que cubra las grapas garantizando una superficie uniforme en toda la pared[28].


- **Aditivos**

- Mortero de Reparación.
- Adhesivo epoxi para anclajes.

3.1.2.1.2. Grieta que rompe el mampuesto

- **Ficha Informativa N°7 de la Edificación**

Tabla 10. Ficha Informativa N°7 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Picaihua-Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se ha realizado ninguna intervención
Año de construcción:	1978
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	162 m ²

Superficie de Construcción:	148.5 m ²
Número de Pisos:	3
Dirección:	Av. Galo Vela y Primera
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Edisson Ullauri
Contacto:	0932931891

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 39. Grieta que rompe el mampuesto.



Fuente: Villafuerte Alex.

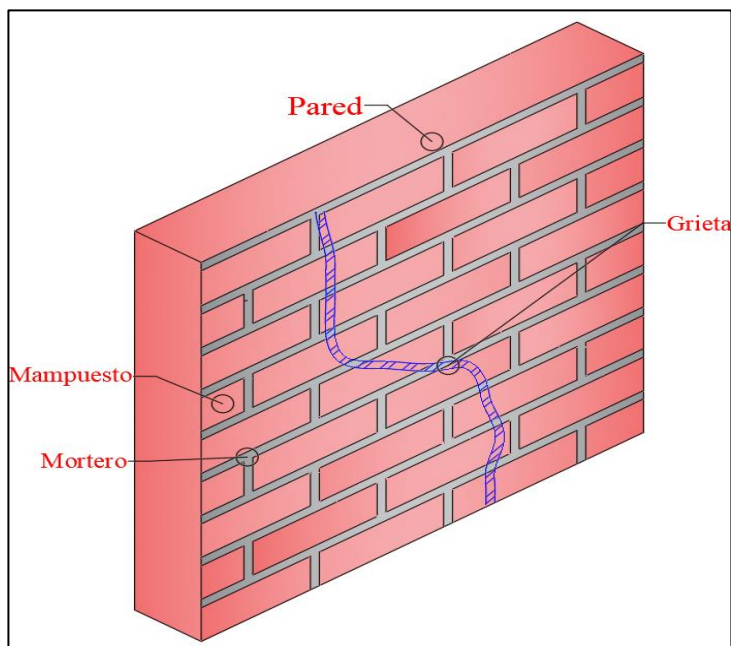
- **Tipo de lesión**
Mecánica.
- **Elemento**
Pared.
- **Subsistema**
Periférico Vertical.
- **Número de piso afectado**
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión está ubicada en la cara externa de la pared posterior de la edificación, la grieta tiene una extensión lineal de 1.32m, la grieta presenta un espesor de 15mm, la afectación se da únicamente en esta pared de la edificación.

- **Esquema de daño**

Figura 40. Esquema de daño grieta que rompe el mampuesto.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Mecánica: Movimientos (Sismo)

- **Indirecta**

Falta de control de ejecución.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Costura de Grieta mediante grapas en forma de U

Pasos a seguir:

- a) Realizar una inspección visual para identificar el área de afectación.
- b) Perforar orificios con una profundidad de $2/3$ del espesor de la pared en los dos lados de la grieta entre el mampuesto y el mortero.
- c) Limpiar la grieta y los orificios con un soplador de aire o compresor para retirar residuos de polvo, partículas sueltas, grasa y suciedad.
- d) Rellenar las grietas con un mortero de reparación mediante una espátula.
- e) Anclar las patas de las grapas en los orificios asegurándolas con un adhesivo epóxi para anclajes. Las grapas deben ser ubicadas perpendiculares a la línea de la grieta, la distancia entre ellas no será mayor a 30cm, deben ser variables en longitud (no inferior a 22cm) y orientación permitiendo distribuir la tensión a lo largo de la grieta y no concentrarla en un único plano. El diámetro de las barras no debe ser inferior a 8mm ni mayor a 12mm.
- f) Colocar una capa de mortero que cubra las grapas garantizando una superficie uniforme en toda la pared[28].


- **Aditivos**

- Mortero de Reparación.
- Adhesivo epoxi para anclajes.

3.1.2.1.3. Desprendimientos

- **Ficha Informativa N°8 de la Edificación**

Tabla 11. Ficha Informativa N°8 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Celiano Monje-Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	1992
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	90.44 m ²

Superficie de Construcción:	90.44 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Los Chasquis y Río Yanayacu
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Gustavo Córdova
Contacto:	0984931892

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 41. Desprendimientos.



Fuente: Villafuerte Alex.

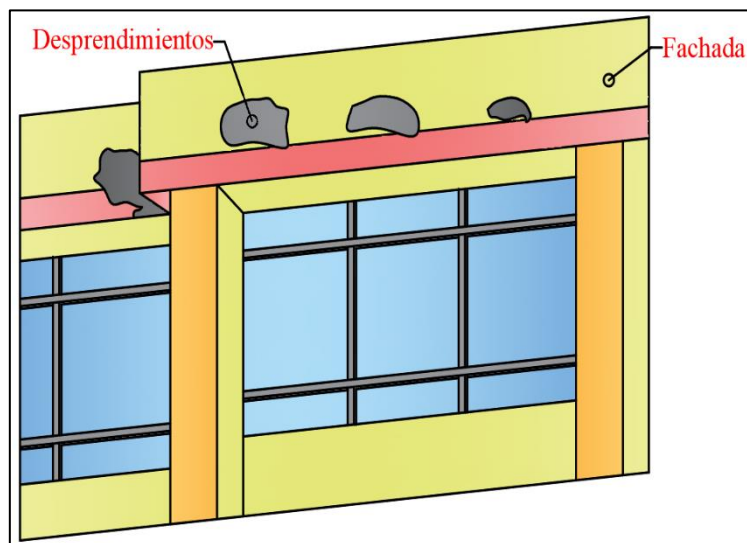
- **Tipo de lesión**
Mecánica.
- **Elemento**
Pared fachada.
- **Subsistema**
Periférico Vertical.
- **Número de piso afectado**
Segundo.

- **Descripción**

La lesión se encuentra presente en la parte superior de una fachada, se puede apreciar la separación del revestimiento continuo de mortero de la superficie a la que estaba aplicada, la lesión presenta un área afectada de 1.03m².

- **Esquema de daño**

Figura 42. Esquema de daño desprendimientos.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Física: Agentes atmosféricos (lluvia, viento, cambios térmicos).

- **Indirecta**

Falta de control de ejecución.

Ausencia de mantenimiento.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Rellenar con mortero la superficie que presenta desprendimiento y aplicar sellador

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.
- b) Limpiar la superficie de soporte mediante medios manuales como cepillos blandos y chorro de agua garantizando que estén libres de grasa, residuos, partículas sueltas y suciedad.
- c) Dejar secar la superficie del mampuesto para que se evapore el agua garantizando que la zona no se encuentre sobresaturada.
- d) Aplicar un adhesivo epoxi que permita unir el mortero sobre la superficie de mampuesto.
- e) Aplicar una capa de mortero sobre la superficie de soporte verificando que el revestimiento de mortero nuevo se encuentre totalmente alineado al antiguo.
- f) Aplicar sellador y pintar la fachada donde se ejecutó la reparación[16].

- **Aditivos**

- Sellador.

3.1.2.2. Elementos estructurales – Columnas

3.1.2.2.1. Grietas por compresión

En esta lesión no se ha elaborado una ficha informativa del edificio debido a que no se encontró este tipo de daño representativo en edificaciones de concreto del Cantón Ambato.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 43. Grietas por compresión.



Fuente: C. Broto, Patologías de la Construcción.

- **Tipo de lesión**

Mecánica.

- **Elemento**

Columna.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

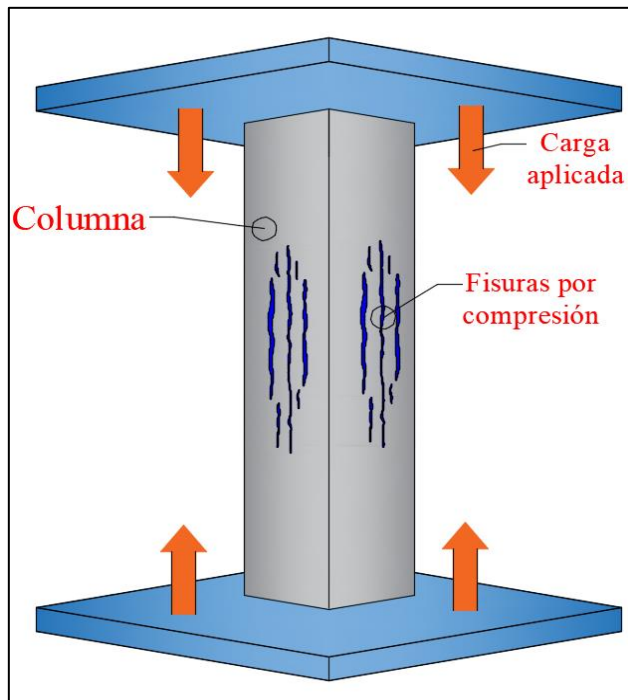
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión se encuentra presente en la parte central de la columna que tiene una dimensión de 0.30m x 0,30m y una altura de 2.30m, se puede apreciar grietas paralelas en dirección del esfuerzo, las grietas tienen un espesor de 15mm.

- **Esquema de daño**

Figura 44. Esquema de daño grietas por compresión.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Mecánica: Esfuerzos Mecánicos (Cargas y Sobrecargas).

- **Indirecta**

Modificación en el destino original de la edificación.

Defectos y Errores de diseño.

- **Ensayos para diagnóstico**

Esclerométrico (ensayo no destructivo).

- **Propuesta de refuerzo**

Refuerzo con Perfiles Metálicos

Pasos a seguir:

- a) Realizar una inspección visual para identificar el área de afectación.
- b) Apuntalar la estructura tratando de descargar la columna lo máximo posible.

- c) Limpiar la superficie de la columna mediante cepillado y lijado garantizando una superficie plana y rugosa para que los perfiles metálicos encajen perfectamente en las esquinas.
- d) Aplicar masilla de adhesivo epoxi para anclajes en la base del cimiento y en la zona de unión entre la columna y viga o losa para unir una platina metálica que ejercerá como inicio y tope de los refuerzos verticales.
- e) Colocar los refuerzos angulares a lo largo de las cuatro esquinas de la columna ubicadas desde la base del cimiento hasta la zona de unión entre la columna y viga, los angulares estarán apuntalados mientras se sueldan las barras metálicas transversales que permitirán que los angulares se ubiquen correctamente y se mantengan presionados con la superficie de la columna.
- f) Rellenar con mortero de reparación los espacios entre los refuerzos angulares y la superficie de la columna permitiendo que tengan una buena conexión[29].

Nota: El refuerzo estará en función al cálculo estructural. Si el daño en el elemento es considerable y su resistencia es mínima se procederá a su demolición y sustitución.

- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi para anclajes.
- Mortero de reparación.

3.1.2.2.2. Grietas por tracción

En esta lesión no se ha elaborado una ficha informativa del edificio debido a que no se encontró este tipo de daño representativo en edificaciones de concreto del Cantón Ambato.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 45. Grietas por tracción.



Fuente: C. Broto, Patologías de la Construcción.

- **Tipo de lesión**

Mecánica.

- **Elemento**

Columna.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

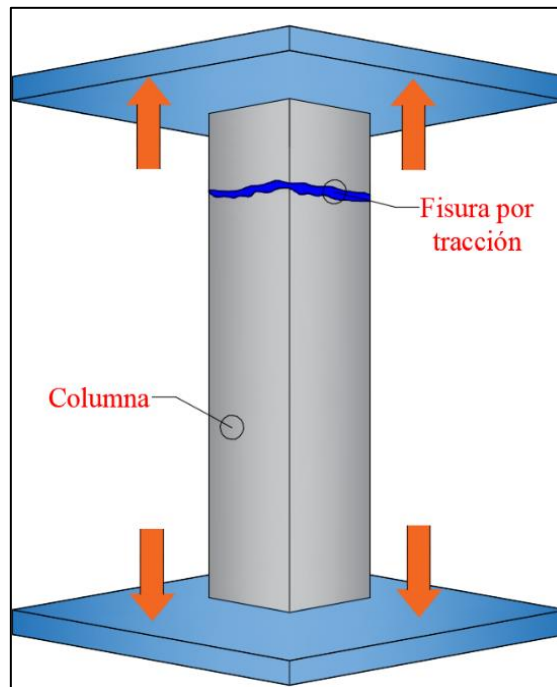
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión está presente en la cabeza de la columna de 0.30m x 0.30m y una altura de 2.30m, se puede apreciar una grieta perpendicular en dirección a los aceros de refuerzo longitudinales, la grieta tiene un espesor de 35mm y atraviesa la sección transversal de la columna.

- **Esquema de daño**

Figura 46. Esquema de daño grietas por tracción.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Mecánica: Esfuerzos Mecánicos (Cargas y Sobrecargas).

- **Indirecta**

Defectos y errores de diseño.

- **Ensayos para diagnóstico**

Esclerométrico (ensayo no destructivo).

Pachómetro (ensayo no destructivo).

- **Propuesta de refuerzo**

Recrecio con hormigón proyectado

Pasos a seguir:

- a) Realizar una inspección visual para identificar el área de afectación.
- b) Apuntalar la estructura tratando de descargar la columna lo máximo posible.

- c) Delimitar la zona retirando el hormigón contaminado hasta conseguir un soporte sano para lo cual es necesario tener un trazado regular.
- d) Eliminar el polvo y la suciedad de la superficie sana de la columna mediante cepillado y chorro de agua para garantizar la unión entre el hormigón seco con el nuevo.
- e) Perforar orificios a una profundidad de 6cm en la base del cimiento (alrededor de la columna), la columna y la zona de unión entre la columna y viga (alrededor de la columna) para anclar la armadura.
- f) Colocar la armadura de refuerzo longitudinal y transversal anclándola en los orificios perforados asegurándolos con un adhesivo epoxi para anclajes, el refuerzo transversal debe bordear el contorno de la viga o anclarse a esta. La nueva armadura deberá estar distanciada de la existente a 1 cm de la longitudinal y 2cm de la transversal.
- g) Aplicar un aditivo epóxico mediante una brocha en la superficie limpia de la columna, lo cual nos permitirá unir el hormigón seco con el hormigón nuevo.
- h) Aplicar hormigón proyectado en toda la sección de la columna asegurándose que revista el acero de refuerzo y alcance el recubrimiento estimado para lo cual se lanzará el hormigón en capas no superiores a 5cm.
- i) Curar el hormigón hasta los 7 días de su colocación, además se podrá retirar los puntales a partir de los 7 días[29].

Nota: El refuerzo estará en función al cálculo estructural. Si el daño en el elemento es considerable y su resistencia es mínima se procederá a su demolición y sustitución.

- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi para anclajes.
- Adhesivo epoxi.

3.1.2.3. Lesiones Estructurales – Vigas

3.1.2.3.1. Grietas por cortante

En esta lesión no se ha elaborado una ficha informativa del edificio debido a que no se encontró este tipo de daño representativo en edificaciones de concreto del Cantón Ambato.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 47. Grietas por cortante.



Fuente: P. Helene, F. Pereira, Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón.

- **Tipo de lesión**

Mecánica.

- **Elemento**

Viga.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

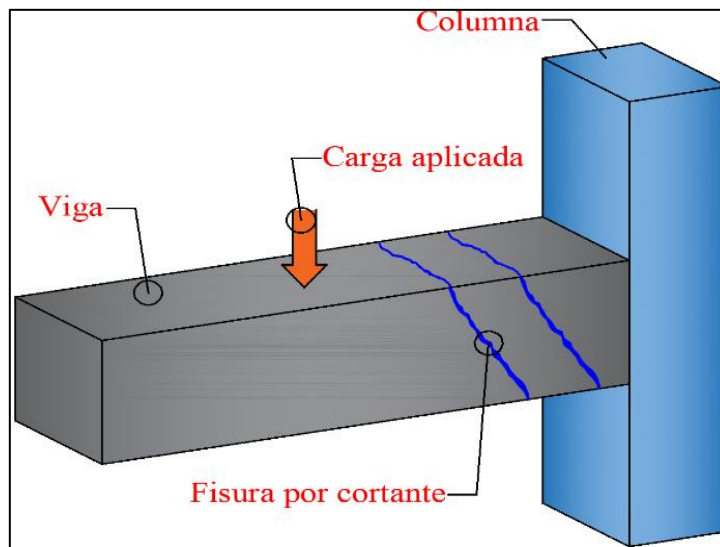
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión por cortante está presente en una viga que tiene una dimensión de 0.30m x 0.35m, se puede apreciar grietas a 45° que se disponen paralelas y con una separación constante, la primera grieta junto a la columna tiene un espesor de 25mm y la siguiente un espesor de 20mm.

- **Esquema de daño**

Figura 48. Esquema de daño grietas por cortante.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Mecánica: Esfuerzos Mecánicos (Cargas y Sobrecargas).

- **Indirecta**

Modificación en el destino original de la edificación.

Defectos y errores de diseño.

- **Ensayos para diagnóstico**

Esclerométrico (ensayo no destructivo).

Pachómetro (ensayo no destructivo).

- **Propuesta de refuerzo**

Recrecio con hormigón proyectado

Pasos a seguir:

- a) Realizar una inspección visual para identificar el área de afectación.
- b) Apuntalar la estructura tratando de descargar la viga lo máximo posible.
- c) Delimitar la zona retirando el hormigón contaminado hasta conseguir una superficie uniforme y rugosa que se logrará mediante esmeriles con disco de desbaste.

- d) Eliminar el polvo y la suciedad de la superficie de la viga mediante cepillado y chorro de arena o agua para garantizar la unión entre el hormigón seco con el nuevo.
- e) Perforar orificios a una profundidad de 6cm en la losa y columna para anclar la armadura.
- f) Colocar la armadura de refuerzo longitudinal y transversal anclándola en los orificios perforados verificando que se encuentre seguros con un adhesivo epoxi para anclajes. La nueva armadura deberá estar distanciada del existente 1 cm en vertical y 2cm en horizontal.
- g) Aplicar un adhesivo epoxi mediante una brocha en la superficie limpia de la viga, lo cual nos permitirá unir el hormigón seco con el hormigón nuevo.
- h) Aplicar hormigón proyectado en toda la sección de la viga asegurándose que revista el acero de refuerzo y alcance el recubrimiento estimado para lo cual se lanzará el hormigón en capas no superiores a 5cm.
- i) Curar el hormigón hasta los 7 días de su colocación, además se podrá retirar los puntales a partir de los 7 días[29].

Nota: El refuerzo estará en función al cálculo estructural. Si el daño en el elemento es considerable y su resistencia es mínima se procederá a su demolición y sustitución.

- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi para anclajes.
- Adhesivo epoxi.

3.1.2.3.2. Grietas por flexión

En esta lesión no se ha elaborado una ficha informativa del edificio debido a que no se encontró este tipo de daño representativo en edificaciones de concreto del Cantón Ambato.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 49. Grietas por flexión.



Fuente: P. Helene, F. Pereira, Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón.

- **Tipo de lesión**

Mecánica.

- **Elemento**

Viga.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

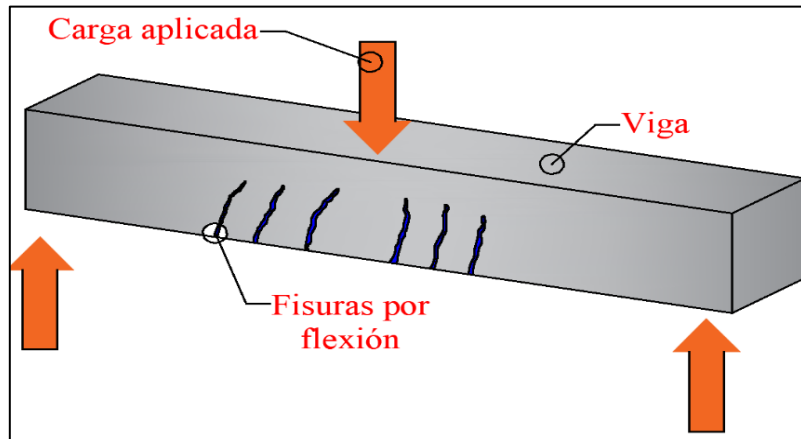
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión está presente en la parte inferior de la viga en el centro de su luz, la viga tiene una dimensión de 0.25m x 0.30m, se puede apreciar grietas perpendiculares al eje de la viga y se inclinan hacia la carga aplicada, las grietas tienen un espesor de 15mm, se puede apreciar que las grietas tienen más espesor en la zona de tracción y se cierran conforme van llegando al eje neutro.

- **Esquema de daño**

Figura 50. Esquema de daño grietas por flexión.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Mecánica: Esfuerzos Mecánicos (Cargas y Sobrecargas).

- **Indirecta**

Modificación en el destino original de la edificación.

Defectos y errores de diseño.

- **Ensayos para diagnóstico**

Esclerométrico (ensayo no destructivo).

- **Propuesta de refuerzo**

Revestimiento con láminas de Fibra de Carbono

Pasos a seguir:

- a) Realizar una inspección visual para identificar el área de afectación.
- b) Apuntalar la estructura tratando de descargar la viga lo máximo posible.
- c) Delimitar la zona retirando el hormigón contaminado hasta conseguir una superficie uniforme y rugosa que se logrará mediante esmeriles con disco de desbaste.

- d) Eliminar el polvo, suciedad, lechadas o cualquier contaminación de la superficie de la viga mediante cepillado y chorro de agua para garantizar la unión entre el adhesivo y el sustrato.
- e) Aplicar el adhesivo epoxi con una espátula en la superficie de la viga y la banda de fibra de carbono con un revestimiento de 1mm de espesor, se debe esperar por lo menos 5 minutos antes de unirlos.
- f) Colocar las láminas de fibra de carbono sobre la superficie de la viga presionándolas con un rodillo de caucho para expulsar el aire y exceso de adhesivo, es importante mencionar que los solapes se realizarán de 10 cm en sentido de las fibras[29].

Nota: El refuerzo estará en función al cálculo estructural. Si el daño en el elemento es considerable y su resistencia es mínima se procederá a su demolición y sustitución.

- **Aditivos**
 - Adhesivo epoxi.

3.1.2.3.3. Grietas por torsión

En esta lesión no se ha elaborado una ficha informativa del edificio debido a que no se encontró este tipo de daño representativo en edificaciones de concreto del Cantón Ambato.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 51. Grietas por torsión.



Fuente: P. Helene, F. Pereira, Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón.

- **Tipo de lesión**

Mecánica.

- **Elemento**

Viga.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

Planta Baja.

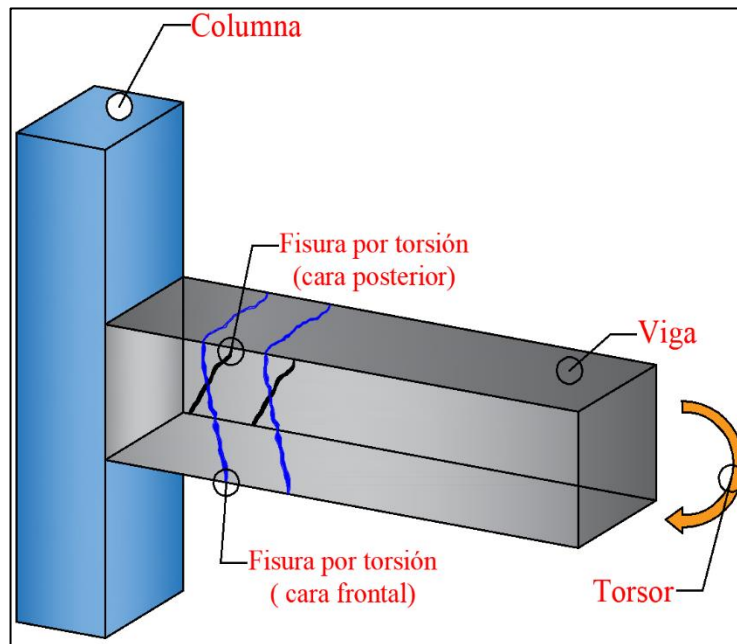
- **Descripción**

La lesión está presente en la zona izquierda de la viga que tiene una dimensión de 0.25m x 0.30m, se puede apreciar grietas inclinadas a 45° en

sentidos contrarios en las dos caras opuestas de la viga, las grietas tienen un espesor de 15mm.

- **Esquema de daño**

Figura 52. Esquema de daño grietas por torsión.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Mecánica: Esfuerzos Mecánicos (Cargas y Sobrecargas).

- **Indirecta**

Modificación en el destino original de la edificación.

Defectos y Errores de diseño.

- **Ensayos para diagnóstico**

Esclerométrico (ensayo no destructivo).

Pachómetro (ensayo no destructivo).

- **Propuesta de refuerzo**

Revestimiento con láminas de Fibra de Carbono

Pasos a seguir:

- a) Realizar una inspección visual para identificar el área de afectación.
- b) Apuntalar la estructura tratando de descargar la viga lo máximo posible.
- c) Delimitar la zona retirando el hormigón contaminado hasta conseguir una superficie uniforme y rugosa que se logrará mediante esmeriles con disco de desbaste.
- d) Eliminar el polvo, suciedad, lechadas o cualquier contaminación de la superficie de la viga mediante cepillado y chorro de arena o agua para garantizar la unión entre el adhesivo y el sustrato.
- e) Aplicar el adhesivo epoxi con una espátula en la superficie de la viga y la banda de fibra de carbono con un revestimiento de 1mm de espesor, se debe esperar por lo menos 5 minutos antes de unirlos.
- f) Colocar las láminas de fibra de carbono sobre la superficie de la viga presionándolas con un rodillo de caucho para expulsar el aire y exceso de adhesivo, es importante mencionar que los solapes se realizarán de 10 cm en sentido de las fibras[29].

Nota: El refuerzo estará en función al cálculo estructural. Si el daño en el elemento es considerable y su resistencia es mínima se procederá a su demolición y sustitución


- **Aditivos**
 - Adhesivo epoxi.

3.1.2.4. Lesiones estructurales – Losa

3.1.2.4.1. Fisura por retracción hidráulica

- **Ficha Informativa N°9 de la Edificación**

Tabla 12. Ficha Informativa N°9 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Celiano Monje - Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	1970
Normativa de diseño:	Ninguna

Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	366.72 m ²
Superficie de Construcción:	304 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Rumiñahui y los Shyris
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Andrés Freire
Contacto:	0983188095

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 53. Fisura por retracción hidráulica.



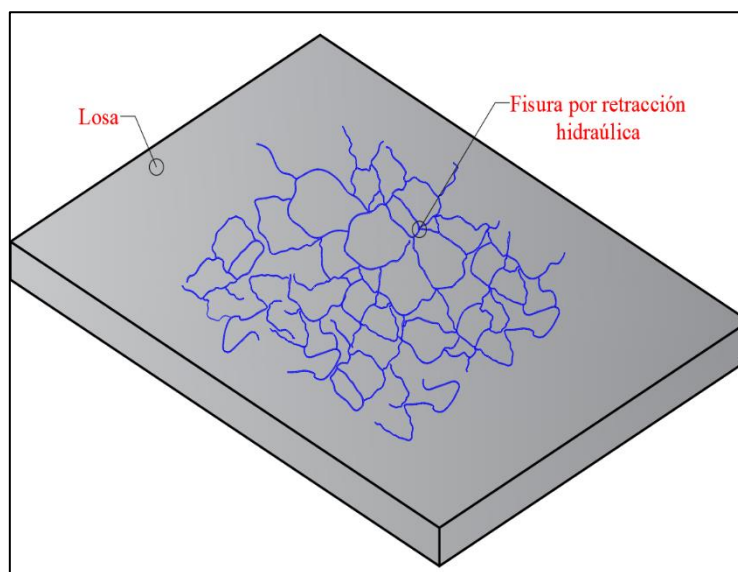
Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**
Mecánica.
- **Elemento**
Losa.
- **Subsistema**
Estructural.
- **Número de piso afectado**
Segundo.
- **Descripción**

La lesión está presente en la superficie de una la losa de hormigón armado, el área que presenta este tipo de fisuras es de 0.63m^2 , se puede apreciar que las fisuras son mapeadas con una profundidad de 1mm y un espesor de 2mm, en la cara interna de la losa no presenta ningún tipo de lesión.

- **Esquema de daño**

Figura 54. Esquema de daño fisura por retracción hidráulica.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Física: Agentes Atmosféricos (cambios térmicos, viento).

Humedad Ambiental.

- **Indirecta**

Defectos y errores de construcción.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Aplicar impermeabilizante para sellar fisuras

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.
 - b) Limpiar la superficie de las fisuras mediante un soplador de aire o compresor y chorro de agua garantizando que estén libres de grasa, residuos, partículas sueltas y suciedad.
 - c) Dejar secar la zona de las fisuras para que se evapore el agua garantizando que la superficie no se encuentre sobresaturada.
 - d) Aplicar una imprimación de impermeabilizante mediante un rodillo o brocha en el área afectada garantizando que se rellene la zona de las fisuras.
 - e) Dejar secar el impermeabilizante para que selle las fisuras[14].
- **Aditivos**
 - Impermeabilizante.

3.1.2.4.2. Fisura por retracción plástica

- **Ficha Informativa N°10 de la Edificación**

Tabla 13. Ficha Informativa N°10 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Picaihua - Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	2022
Normativa de diseño:	NEC 2015
Construcción dirigida por un profesional:	Si
Superficie de Terreno:	130 m ²

Superficie de Construcción:	120 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Cicerón
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Pedro Andaluz
Contacto:	0983498091

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 55. Fisura por retracción plástica.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Mecánica.

- **Elemento**

Losa.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

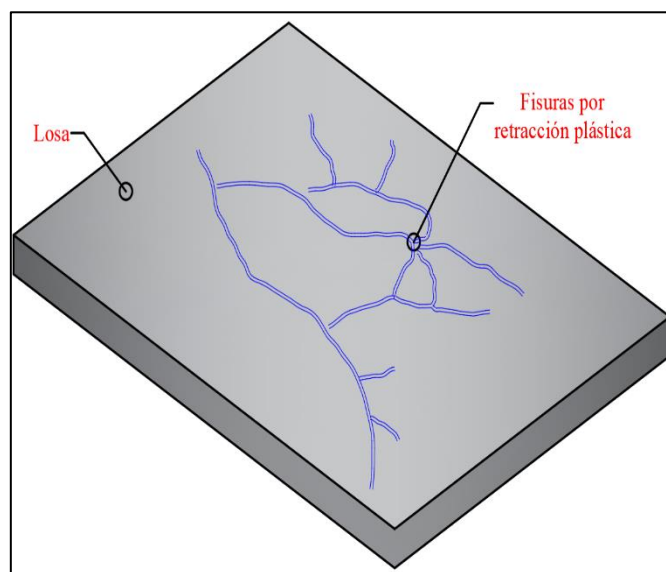
Segundo.

- **Descripción**

La lesión está presente en la superficie de una losa de hormigón armado, el área que presenta este tipo de fisuras es de 0.63m^2 , las fisuras tienen una profundidad de 2mm y un espesor de 6mm.

- **Esquema de daño**

Figura 56. Esquema de daño fisura por retracción plástica.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Física: Agentes Atmosféricos (cambios térmicos, viento).
Humedad Ambiental.

- **Indirecta**

Defectos y errores de construcción.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Aplicar impermeabilizante para sellar fisuras

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.
- b) Limpiar la superficie de las fisuras mediante un soplador de aire o compresor y chorro de agua garantizando que estén libres de grasa, residuos, partículas sueltas y suciedad.
- c) Dejar secar la zona de las fisuras para que se evapore el agua garantizando que la superficie no se encuentre sobresaturada.
- d) Aplicar una imprimación de impermeabilizante mediante una espátula en el área afectada garantizando que se rellene la zona de las fisuras.
- e) Dejar secar el impermeabilizante para que selle las fisuras[14].

- **Aditivos**

- Impermeabilizante.

3.1.2.4.3. Fisura por punzonamiento

En esta lesión no se ha elaborado una ficha informativa del edificio debido a que no se encontró este tipo de daño representativo en edificaciones de concreto del Cantón Ambato.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 57. Fisura por punzonamiento.



Fuente: P. Helene, F. Pereira, Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón.

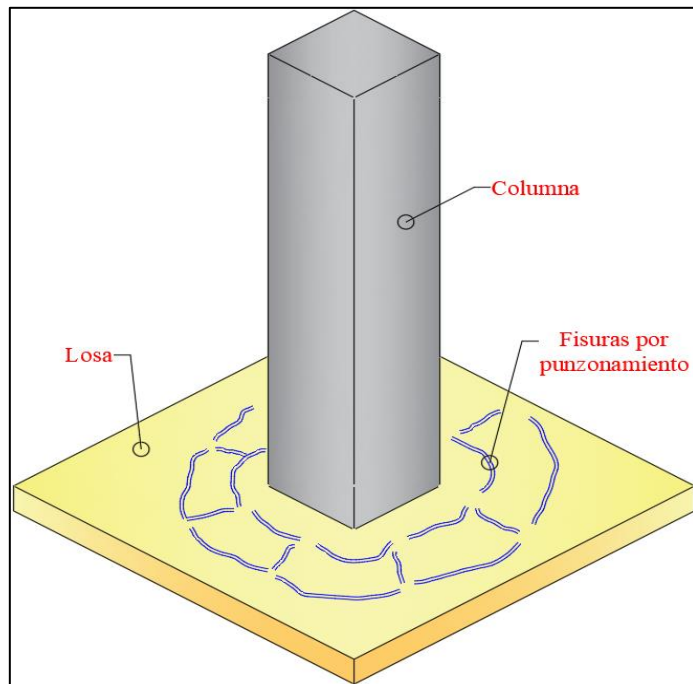
- **Tipo de lesión**
Mecánica.
- **Elemento**
Losa.
- **Subsistema**
Estructural.
- **Número de piso afectado**
Segundo.

- **Descripción**

La lesión está presente en la superficie de la losa de hormigón armado alrededor de la columna de 0.30m x 0.30m, se puede apreciar que las grietas tienen un espesor de 9mm, el área de afectación es de 0.16m².

- **Esquema de daño**

Figura 58. Esquema de daño fisura por punzonamiento.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Mecánica: Esfuerzos Mecánicos (Cargas y Sobrecargas)

- **Indirecta**

Defectos y errores de construcción.

- **Ensayos para diagnóstico**

Esclerométrico (ensayo no destructivo)

- **Propuesta de refuerzo**

Placas Metálicas

El procedimiento detallado a continuación se ejecutará en la cara inferior de la losa de entrepiso que presenta la lesión por lo cual necesita ser reforzada.

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.
- b) Apuntalar la estructura tratando de descargar lo máximo posible.
- c) Limpiar la superficie de la cabeza de la columna y la zona de la losa alrededor de la columna mediante cepillado y lijado garantizando una superficie plana y rugosa para que las placas metálicas encajen perfectamente.
- d) Perforar orificios en la cabeza de la columna y en la losa para anclar las placas metálicas que actuarán como refuerzo.
- e) Colocar las placas metálicas anclándola en los orificios perforados y asegurándolos con un adhesivo epoxi.
- f) Retirar el adhesivo que sobresalga alrededor de las placas metálicas antes de que endurezca[16].

Nota: El refuerzo estará en función al cálculo estructural. Si el daño en el elemento es considerable y su resistencia es mínima se procederá a su demolición y sustitución.

- **Aditivos**
 - Adhesivo epoxi para anclajes.


3.1.3. Lesiones Químicas

3.1.3.1. Elementos no estructurales – Mampostería

3.1.3.1.1. Erosión Química

- Ficha informativa N°11 de la Edificación

Tabla 14. Ficha Informativa N°11 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Picaihua-Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	1997
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	90 m ²
Superficie de Construcción:	82 m ²

Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Los Cipreses
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Nelly Torres
Contacto:	0995325183

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 59. Erosión química.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Química.

- **Elemento**

Pared.

- **Subsistema**

Periférico Vertical.

- **Número de piso afectado**

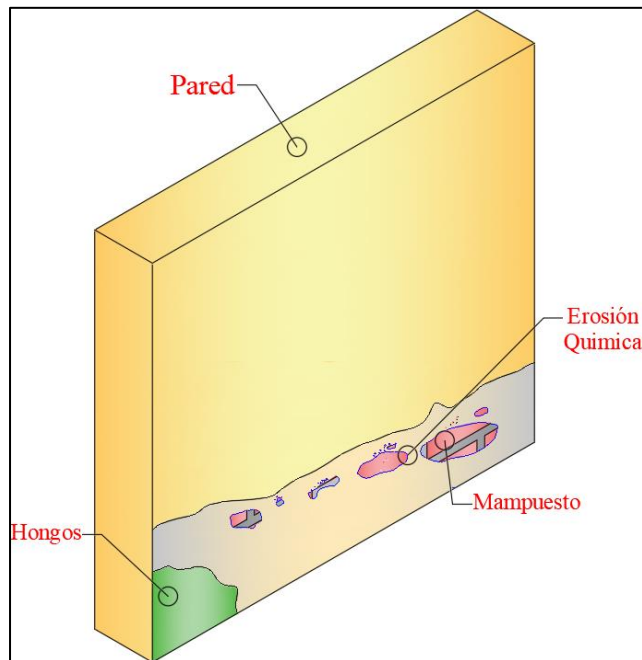
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión se encuentra en la cara externa de la pared lateral derecha de la edificación, se extiende en una zona de 0.53 m², se puede apreciar que la lesión presenta pérdida del mortero lo que permite visibilizar el mampuesto, también existe presencia de hongos de color verde en la parte inferior de la pared.

- **Esquema de daño**

Figura 60. Esquema de daño erosión química.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Química: Organismos biológicos, humedad, sales solubles provenientes del agua que asciende del suelo.

- **Indirecta**

Defectos y errores de construcción.

Ausencia de mantenimiento.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Aplicar ácido clorhídrico, rellenar con mortero y aplicar sellador

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.

- b) Delimitar la zona retirando el mortero contaminado mediante un cincel y cepillos metálicos.
- c) Limpiar la superficie del mampuesto mediante medios manuales como cepillos blandos y chorro de agua garantizando que estén libres de grasa, residuos, partículas sueltas y suciedad.
- d) Eliminar la presencia de eflorescencias siguiendo los pasos de la propuesta de reparación en la [pag.100](#).
- e) Aplicar un adhesivo epoxi que permita unir el mortero sobre la superficie de mampuesto.
- f) Aplicar una capa de mortero verificando que el revestimiento de mortero nuevo se encuentre totalmente alineado al antiguo.
- g) Aplicar sellador y pintar la fachada donde se ejecutó la reparación[28].


- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi.
- Sellador.

3.1.3.1.2. Eflorescencias

- **Ficha Informativa N°12 de la Edificación**

Tabla 15. Ficha Informativa N°12 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Picaihua-Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	2006
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	85.2 m ²

Superficie de Construcción:	85.2 m ²
Número de Pisos:	4
Dirección:	Av. Pitágoras y Los Cipreses
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Amado Pico
Contacto:	0983188095

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 61. Eflorescencias.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Química.

- **Elemento**

Pared.

- **Subsistema**

Periférico Vertical.

- **Número de piso afectado**

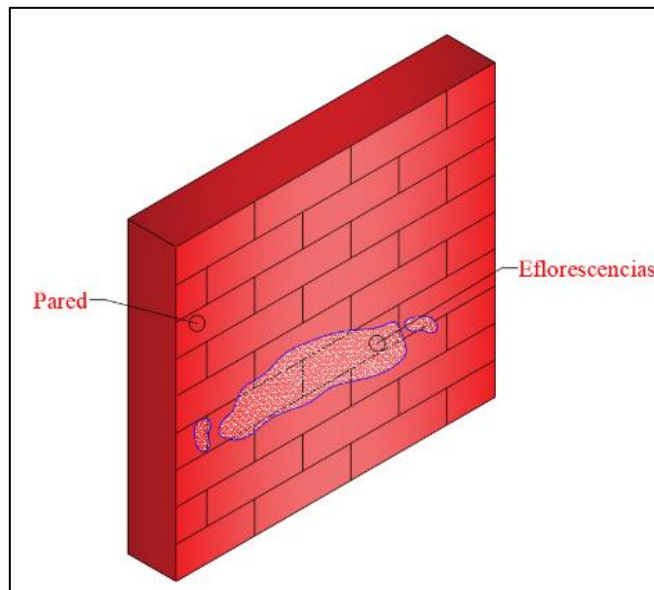
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión se encuentra presente en la cara externa de la pared posterior de la edificación, la zona afectada tiene un área de 0,90m², se puede apreciar la presencia de sales de color blanco en la superficie del ladrillo.

- **Esquema de daño**

Figura 62. Esquema de daño eflorescencias.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Física: Agentes atmosféricos (lluvia).

Causa Química (humedad).

- **Indirecta**

Defectos de fabricación de materiales.

Ausencia de mantenimiento.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Limpieza de eflorescencias, aplicación de ácido clorhídrico y aditivo sellador

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional de la zona afectada.

- b) Limpiar la zona afectada mediante cepillado manual y agua limpia a presión verificando que no se encuentre ningún tipo de eflorescencia.
- c) Aplicar sobre la superficie limpia ácido clorhídrico a través de una brocha esperando que el producto penetre alrededor de 20 minutos.
- d) Enjuagar con bastante agua la zona verificando que se retire el residuo químico del mampuesto.
- e) Renovar la protección de la pared mediante morteros garantizando que esta se encuentre nivelada.
- f) Aplicar sobre la zona un aditivo sellador de superficies porosas[16].

- **Aditivos**


- Ácido clorhídrico.
- Sellador.

3.1.3.2. Elementos estructurales – Columnas

3.1.3.2.1. Ataque por ácidos

- **Ficha Informativa N°13 de la Edificación**

Tabla 16. Ficha Informativa N°13 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Picaihua-Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	1980
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	115 m ²
Superficie de Construcción:	98.2 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Las Dalias y Los Ríos

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Ernesto Chango
Contacto:	0987569825

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 63. Ataque por ácidos.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Química.

- **Elemento**

Columna.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

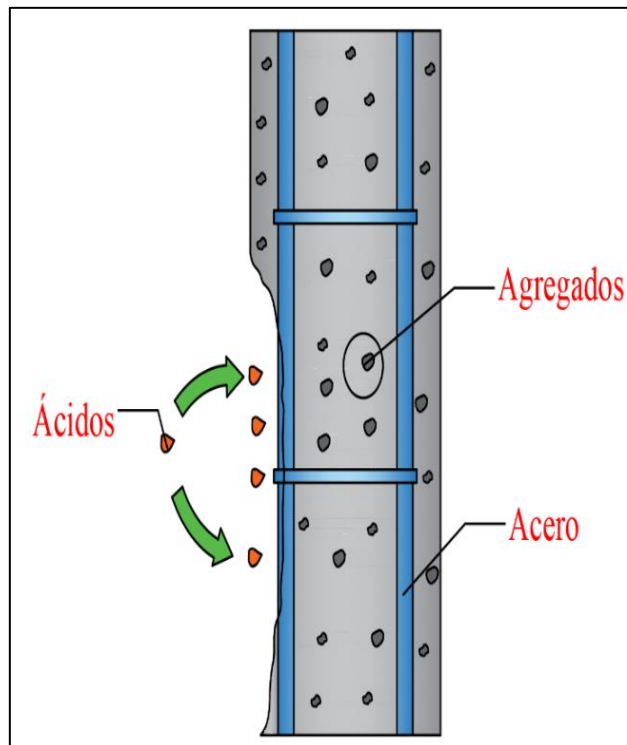
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión está presente en la zona inferior izquierda de una columna que tiene una altura de 2.30m con una sección de 0.30m x 0.30m, se puede apreciar la disgregación superficial del agregado fino y pasta cementicia, reduciendo la sección transversal de la columna y dejando los agregados gruesos, los aceros longitudinales y transversales expuestos, el área total afectada es de 0.14m².

- **Esquema de daño**

Figura 64. Esquema de daño ataque por ácidos.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Química: Contaminación Ambiental (ácidos procedentes del ambiente).

- **Indirecta**

Error en elección de materiales.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual, debido a que es un elemento únicamente de cerramiento, pero si fuera un elemento estructural se aplicara en ensayo esclerométrico para determinar la resistencia actual del elemento.

- **Propuesta de reparación**

Eliminación de partes sueltas del hormigón, pasivar la armadura y vertido de mortero de reparación

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional del área afectada.
- b) Eliminar los restos de hormigón casi sueltos que se encuentren alrededor del acero longitudinal y transversal mediante el uso de un cincel o martillo neumático hasta conseguir un soporte sano.
- c) Limpiar la superficie del hormigón de toda suciedad y polvo, mediante cepillado y chorro de agua.
- d) Limpiar el acero corroído a través de un cepillo metálico garantizando que esté libre de óxido o sustancias extrañas.
- e) Colocar sobre el acero un aditivo protector que impida la corrosión además que mejore la adherencia del mortero que se va a colocar como recubrimiento.
- f) Aplicar un adhesivo epoxi mediante una brocha en la superficie limpia de hormigón, lo cual nos permitirá unir el hormigón seco con el mortero de reparación.
- g) Aplicar mortero de reparación en la zona que se encuentra sin recubrimiento garantizando que reponga la geometría de la columna[28].

Nota: Para que se minimice y/o retrase el daño de la estructura es necesario emplear cementos especiales en la consolidación del elemento para que ofrezcan resistencia a los ataques químicos.


- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi.
- Inhibidor de corrosión.
- Mortero de reparación.

3.1.3.2.2. Ataque por sulfatos

- **Ficha Informativa N°14 de la Edificación**

Tabla 17. Ficha Informativa N°14 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Picaihua-Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	1994
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	372.20 m ²
Superficie de Construcción:	351.72 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Giordano Bruno
DATOS DEL PROPIETARIO	

Nombre:	Manuel Palate
Contacto:	0982056833

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 65. Ataque por sulfatos.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Química.

- **Elemento**

Columna.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

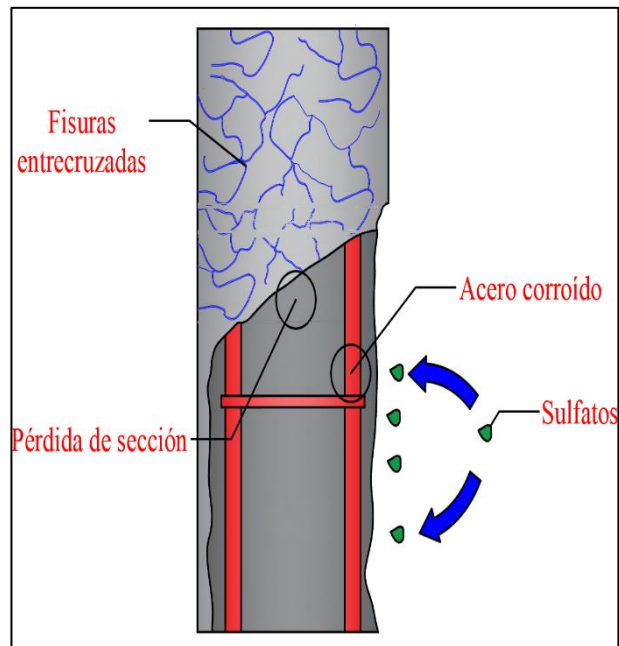
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión está presente en la zona inferior de una columna que tiene una altura de 2.20m con una sección de 0.20m x 0.25m, se puede apreciar la expansión del concreto lo que ha generado fisuras entrecruzadas y la reducción de sección transversal de la columna dejando expuestos los aceros longitudinales y transversales que presentan corrosión, el área total afectada es de 0.16m².

- **Esquema de daño**

Figura 66. Esquema de daño ataque por sulfatos.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Química: Contaminación Ambiental (sulfatos procedentes del ambiente).

- **Indirecta**

Error en elección de materiales.

- **Ensayos para diagnóstico**

Esclerométrico (ensayo no destructivo).

- **Propuesta de reparación**

Eliminación de partes sueltas del hormigón, pasivar la armadura y vertido de mortero de reparación

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional del área afectada.

- b) Eliminar los restos de hormigón casi sueltos que se encuentren alrededor del acero longitudinal y transversal mediante el uso de un cincel o martillo neumático hasta conseguir un soporte sano.
- c) Limpiar la superficie del hormigón de toda suciedad y polvo, mediante cepillado y chorro de agua.
- d) Limpiar el acero corroído a través de un cepillo metálico garantizando que esté libre de óxido o sustancias extrañas.
- e) Colocar sobre el acero un aditivo protector que impida la corrosión además que mejore la adherencia del mortero que se va a colocar como recubrimiento.
- f) Aplicar un adhesivo epoxi mediante una brocha en la superficie limpia de hormigón, lo cual nos permitirá unir el hormigón seco con el mortero de reparación.
- g) Aplicar mortero de reparación en la zona que se encuentra sin recubrimiento garantizando que reponga la geometría de la columna[28].

Nota: Para que se minimice y/o retrase el daño de la estructura es necesario emplear cementos especiales en la consolidación del elemento para que ofrezcan resistencia a los ataques químicos.


- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi.
- Inhibidor de corrosión.
- Mortero de reparación.

3.1.3.2.3. Ataque por cloruros

- **Ficha Informativa N°15 de la Edificación**

Tabla 18. Ficha Informativa N°15 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Picaihua-Ambato
Uso Dominante:	Residencial (Desocupada)
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	1975
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	106m ²
Superficie de Construcción:	62 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Cicerón

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Galo Moyolema
Contacto:	0993268952

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 67. Ataque por cloruros.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**

Química.

- **Elemento**

Columna.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

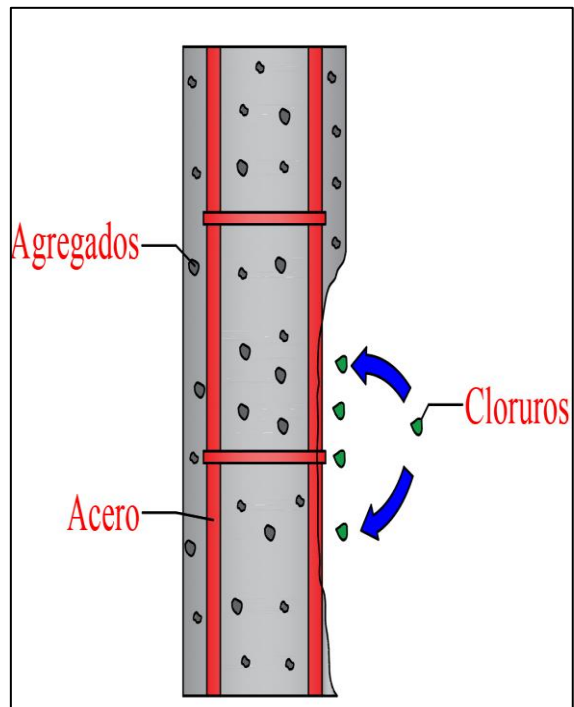
Planta Baja.

- **Descripción**

La lesión está presente en la zona inferior de una columna que tiene una altura de 2.15m con una sección de 0.25m x 0.25m, se puede apreciar la pérdida del agregado fino y grueso dejando expuestos los aceros longitudinales y transversales que presentan corrosión, el área total afectada es de 0.2 m².

- **Esquema de daño**

Figura 68. Esquema de daño ataque por cloruros.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Química: Contaminación por presencia de aguas residuales arrojadas por una curtiembre.

Defectos y errores de construcción.

- **Indirecta**

Error en elección de materiales.

- **Ensayos para diagnóstico**

Esclerométrico (ensayo no destructivo)

- **Propuesta de reparación**

Eliminación de partes sueltas del hormigón, pasivar la armadura y vertido de mortero de reparación

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar en un 20% adicional del área afectada.

- b) Eliminar los restos de hormigón casi sueltos que se encuentren alrededor del acero longitudinal y transversal mediante el uso de un cincel o martillo neumático hasta conseguir un soporte sano.
- c) Limpiar la superficie del hormigón de toda suciedad y polvo, mediante cepillado y chorro de agua.
- d) Limpiar el acero corroído a través de un cepillo metálico garantizando que esté libre de óxido o sustancias extrañas.
- e) Colocar sobre el acero un aditivo protector que impida la corrosión además que mejore la adherencia del mortero que se va a colocar como recubrimiento.
- f) Aplicar un aditivo epóxico mediante una brocha en la superficie limpia de hormigón, lo cual permitirá unir el hormigón seco con el mortero de reparación.
- g) Aplicar mortero de reparación en la zona que se encuentra sin recubrimiento garantizando que reponga la geometría de la columna[28].

Nota: Para que se minimice y/o retrase el daño de la estructura es necesario emplear cementos especiales en la consolidación del elemento para que ofrezcan resistencia a los ataques químicos.


- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi.
- Inhibidor de corrosión.
- Mortero de reparación.

3.1.3.2.4. Carbonatación

- **Ficha Informativa N°16 de la Edificación**

Tabla 19. Ficha Informativa N°16 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Picaihua - Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	1998
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No

Superficie de Terreno:	142.56 m ²
Superficie de Construcción:	128.75 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. Marx y Lenin
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Paul Lozada
Contacto:	0998204185

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 69. Carbonatación.



Fuente: Villafuerte Alex.

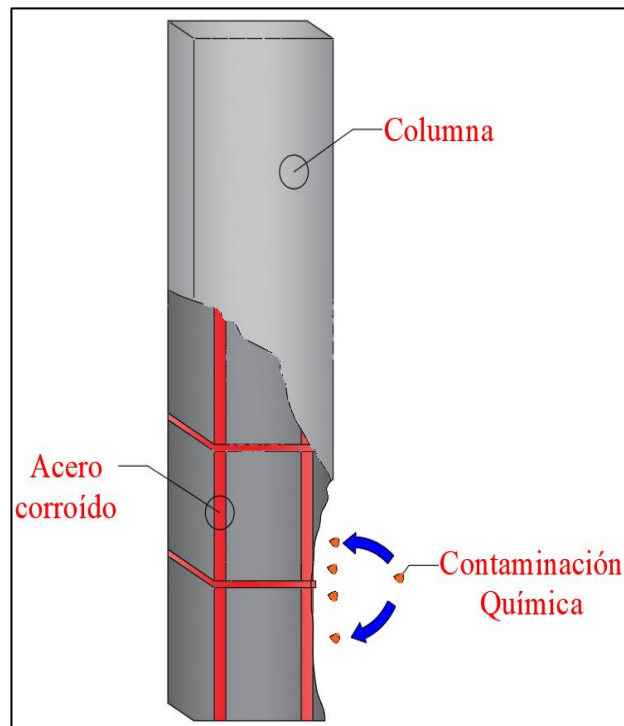
- **Tipo de lesión**
Química.
- **Elemento**
Columna.
- **Subsistema**
Estructural.
- **Número de piso afectado**
Tercero.

- **Descripción**

La lesión está presente en la parte inferior de la columna que tiene una altura de 2.10m con una sección de 0.35m x 0.35m, se puede apreciar la pérdida de agregado grueso y fino ocasionando la reduciendo la sección transversal de la columna dejando expuestos los aceros longitudinales y transversales que presentan corrosión, el área afectada es de 0,60m².

- **Esquema de daño**

Figura 70. Esquema de daño carbonatación.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Química: Contaminación ambiental, Humedad.

- **Indirecta**

Años de vida de la estructura.

Errores en la elección de materiales.

- **Ensayos para diagnóstico**

Carbonatación (ensayo no destructivo).

- **Propuesta de reparación**

Eliminación de partes sueltas del hormigón, pasivar la armadura y vertido de mortero de reparación

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar.
- b) Eliminar los restos de hormigón casi sueltos que se encuentren alrededor del acero longitudinal y transversal mediante el uso de un cincel o martillo neumático hasta conseguir un soporte sano.
- c) Limpiar la superficie del hormigón de toda suciedad y polvo, mediante cepillado y chorro de agua.
- d) Limpiar el acero corroído a través de un cepillo metálico garantizando que esté libre de óxido o sustancias extrañas.
- e) Colocar sobre el acero un aditivo protector que impida la corrosión además que mejore la adherencia del mortero que se va a colocar como recubrimiento.
- f) Aplicar un adhesivo epoxi mediante una brocha en la superficie limpia de hormigón, lo cual permitirá unir el hormigón seco con el mortero de reparación.
- g) Aplicar mortero de reparación en la zona que se encuentra sin recubrimiento garantizando que reponga la geometría de la columna[28].

Nota: Para que se minimice y/o retrase el daño de la estructura es necesario emplear cementos especiales en la consolidación del elemento para que ofrezcan resistencia a los ataques químicos.


- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi.
- Inhibidor de corrosión.
- Mortero de reparación.

3.1.3.2.5. Corrosión en la armadura

- **Ficha Informativa N°17 de la Edificación**

Tabla 20. Ficha Informativa N°17 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Izamba-Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	Se niveló la superficie de la losa para el desalojo de agua lluvia por la presencia de humedad por filtración en el techo del segundo piso, esta intervención fue realizada en el 2018
Año de construcción:	2012

Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	288 m ²
Superficie de Construcción:	210 m ²
Número de Pisos:	2
Dirección:	Av. José Julián Martí
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Vinicio Maldonado
Contacto:	0983249887

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía de la lesión**

Figura 71. Corrosión en la armadura.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de lesión**
Química.
- **Elemento**
Columna.
- **Subsistema**
Estructural.
- **Número de piso afectado**

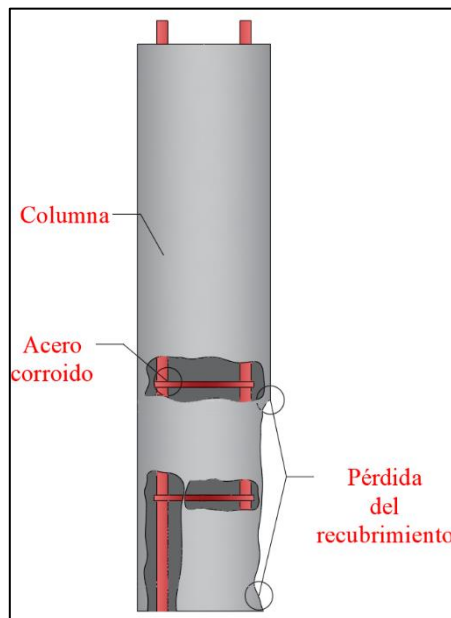
Segundo.

- **Descripción**

La lesión está presente en la parte inferior de la columna que tiene una altura de 2.10m con una sección de 0.25m x 0.25m, se puede apreciar la pérdida de agregado grueso y fino ocasionando la reducción la sección transversal de la columna dejando expuestos los aceros longitudinales y transversales que presentan corrosión, el área afectada es de 0,06m².

- **Esquema de daño**

Figura 72. Esquema de daño corrosión en la armadura.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Causa Química: Contaminación ambiental, Humedad.

- **Indirecta**

Errores de detalles y procesos constructivos (vibrado defectuoso y dosificación inadecuada).

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Eliminación de partes sueltas del hormigón, pasivar la armadura y vertido de mortero de reparación

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar.
- b) Eliminar los restos de hormigón casi sueltos que se encuentren alrededor del acero longitudinal y transversal mediante el uso de un cincel o martillo neumático hasta conseguir un soporte sano.
- c) Limpiar la superficie del hormigón de toda suciedad y polvo, mediante cepillado y chorro de agua.
- d) Limpiar el acero corroído a través de un cepillo metálico garantizando que esté libre de óxido o sustancias extrañas.
- e) Colocar sobre el acero un aditivo protector que impida la corrosión además que mejore la adherencia del mortero que se va a colocar como recubrimiento.
- f) Aplicar un adhesivo epoxi mediante una brocha en la superficie limpia de hormigón, lo cual permitirá unir el hormigón seco con el mortero de reparación.
- g) Aplicar mortero de reparación en la zona que se encuentra sin recubrimiento garantizando que reponga la geometría de la columna[28].

- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi.
- Inhibidor de corrosión.
- Mortero de reparación.


3.1.4. Defectos Mecánicos

3.1.4.1. Elementos estructurales – Columnas

3.1.4.1.1. Coqueras por disgregación

- **Ficha Informativa N°18 de la Edificación**

Tabla 21. Ficha Informativa N°18 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Picaihua-Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	Se niveló la superficie de la losa para el desalajo de agua lluvia por la presencia de humedad por filtración en el techo del segundo piso, esta intervención fue realizada en el 2007
Año de construcción:	1998

Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	130.15 m ²
Superficie de Construcción:	122.30 m ²
Número de Pisos:	1
Dirección:	Av. Julio Cesar Ortiz
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Jenny Córdova
Contacto:	0998103174

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía del defecto**

Figura 73. Coqueras por disgregación.



Fuente: Villafuerte Alex.

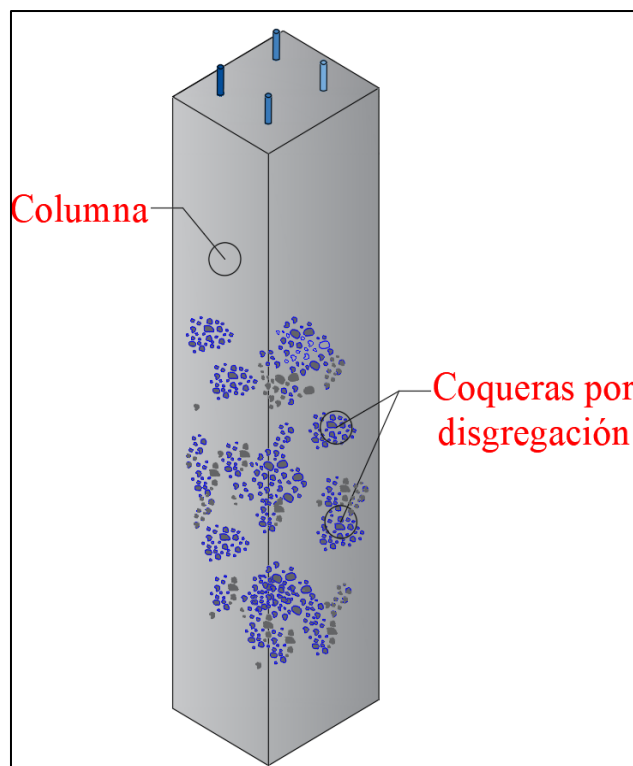
- **Tipo de defecto**
Mecánica.
- **Elemento**
Columna.
- **Subsistema**
Estructural.
- **Número de piso afectado**
Segundo.

- **Descripción**

El defecto está presente en dos caras de la columna que tiene una altura de 2.10m con una sección de 0.25m x 0.25m, el área total afectada en las dos caras es de 0,68m², el defecto presenta espacios huecos y cavidades no tan profundas en el hormigón endurecido, las coqueras están presentes únicamente en esta columna de la edificación.

- **Esquema de daño**

Figura 74. Esquema de daño coqueras por disgregación.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Indirecta**

Errores de detalles y procesos constructivos (vibrado defectuoso y dosificación inadecuada).

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Eliminación del hormigón poroso y regeneración de las superficies con vertido de mortero de reparación

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar.
- b) Retirar el hormigón poroso, dañado y sucio mediante el uso de un cincel o martillo neumático hasta conseguir un soporte sano.
- c) Limpiar la superficie del hormigón de toda suciedad y polvo, mediante cepillado y chorro de agua.
- d) Verificar que la armadura existente que va estar dentro del mortero de reparación esté libre de corrosión. Si existe corrosión proceder a la limpieza de la armadura mediante el uso de cepillos metálicos y aplicamos un aditivo inhibidor de corrosión.
- e) Aplicar un adhesivo epoxi mediante una brocha en la superficie limpia, lo cual permitirá unir el hormigón endurecido con el mortero de reparación.
- f) Rellenar con mortero de reparación la superficie de la columna limpia garantizando que se reponga el recubrimiento y la geometría de la columna[16].

- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi.
- Inhibidor de corrosión.
- Mortero de reparación.

3.1.4.1.2. Burbujas (Bughole)

- **Fotografía del defecto**

Figura 75. Burbujas (Bughole).



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de defecto**

Mecánica.

- **Elemento**

Columna.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

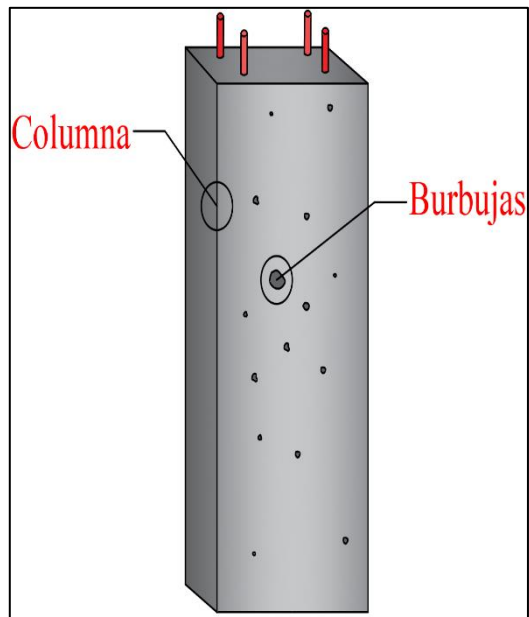
Segundo.

- **Descripción**

El defecto está presente en dos caras de la columna que tiene una altura de 2.10m con una sección de 0.25m x 0.25m, el área total afectada en las dos caras es de 0.73m², el defecto presenta pequeñas cavidades las más pequeñas con un diámetro de 2mm y las más grandes un diámetro de 5mm, las burbujas están presentes únicamente en esta columna de la edificación.

- **Esquema de daño**

Figura 76. Esquema de daño burbujas (Bughole).



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Condiciones climáticas.

- **Indirecta**

Errores de la mano de obra.

- **Ensayos para diagnóstico**

No se requieren ensayos, únicamente inspección visual.

- **Propuesta de reparación**

Eliminación del hormigón poroso y regeneración de las superficies con vertido de mortero de reparación.

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar.
- b) Limpiar las cavidades con un soplador o compresor garantizando que estén libres de partículas sueltas, polvo, grasa y suciedad.

- c) Humedecer la superficie del mampuesto teniendo en cuenta que no se encuentre sobresaturada.
- d) Aplicar un adhesivo epoxi mediante una brocha en la superficie limpia, lo cual permitirá unir el hormigón seco con el mortero de reparación.
- e) Rellenar con mortero la superficie de las cavidades verificando que se vayan tapando todos los poros[16].

Nota: Cuando se presenta bastante el área de afectación puede aplicar este tipo de procedimiento.

- **Aditivos**
 - Adhesivo epoxi.

3.1.4.1.3. Ataque por altas temperaturas

- **Fotografía del defecto**

Figura 77. Ataque por altas temperaturas.



Fuente: C. Broto, Patologías de la Construcción.

- **Tipo de defecto**

Mecánica.

- **Elemento**

Columna.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

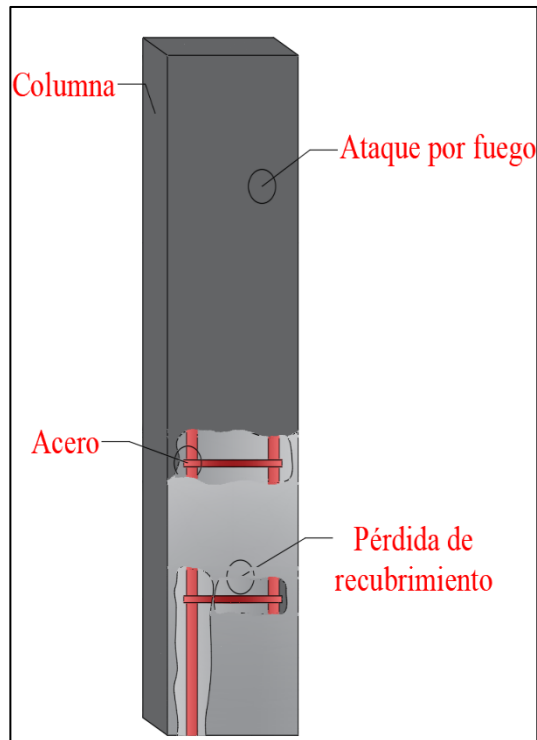
Planta Baja.

- **Descripción**

El defecto está presente en una columna con una sección de 0.30m x 0.30m y una altura de 2.30m, se puede apreciar la pérdida de recubrimiento lo que permite visibilizar los aceros longitudinales y transversales, se puede apreciar que el color del concreto en la parte superior de la columna es color gris oscuro y en el parte inferior gris claro.

- **Esquema de daño**

Figura 78. Esquema de daño ataque por altas temperaturas.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Directa**

Fuego.

- **Indirecta**

Defectos y errores de diseño.

- **Ensayos para diagnóstico**

Esclerométrico (ensayo no destructivo).

- **Propuesta de reparación**

Recrecio con hormigón proyectado

Pasos a seguir:

- a) Realizar una inspección visual para identificar el área de afectación.
- b) Apuntalar la estructura tratando de descargar la columna lo máximo posible.

- c) Delimitar la zona retirando el hormigón contaminado hasta conseguir un soporte sano para lo cual es necesario tener un trazado regular.
- d) Eliminar el polvo y la suciedad de la superficie sana de la columna mediante cepillado y chorro de agua para garantizar la unión entre el hormigón seco con el nuevo.
- e) Perforar orificios a una profundidad de 6cm en la base del cimiento (alrededor de la columna), la columna y la zona de unión entre la columna y viga (alrededor de la columna) para anclar la armadura.
- f) Colocar la armadura de refuerzo longitudinal y transversal anclándola en los orificios perforados asegurándolos con un adhesivo epoxi para anclajes, el refuerzo transversal debe bordear el contorno de la viga o anclarse a esta. La nueva armadura deberá estar distanciada de la existente a 1 cm de la longitudinal y 2cm de la transversal, todo estará en función al cálculo estructural.
- g) Aplicar un aditivo epóxico mediante una brocha en la superficie limpia de la columna, lo cual nos permitirá unir el hormigón seco con el hormigón nuevo.
- h) Aplicar hormigón proyectado en toda la sección de la columna asegurándose que revista el acero de refuerzo y alcance el recubrimiento estimado para lo cual se lanzará el hormigón en capas no superiores a 5cm.
- i) Curar el hormigón hasta los 7 días de su colocación, además se podrá retirar los puntales a partir de los 7 días[29].


- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi para anclajes.
- Adhesivo epoxi.

3.1.4.1.4. Columna Corta

- **Ficha Informativa N°19 de la Edificación**

Tabla 22. Ficha Informativa N°19 de la edificación.

FOTO GENERAL DEL EDIFICIO	
	
DATOS DEL EDIFICIO	
Nombre del Edificio:	S/N
Emplazamiento:	Huachi Grande - Ambato
Uso Dominante:	Residencial
Cambio de Uso:	No
Intervenciones realizadas:	No se han realizado intervenciones
Año de construcción:	2012
Normativa de diseño:	Ninguna
Construcción dirigida por un profesional:	No
Superficie de Terreno:	298 m ²

Superficie de Construcción:	298 m ²
Número de Pisos:	5
Dirección:	Av. Mississippi y Alabama
DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre:	Pablo Aguilar
Contacto:	09790018159

Fuente: Villafuerte Alex.

- **Fotografía del defecto**

Figura 79. Columna Corta.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Tipo de defecto**

Mecánica.

- **Elemento**

Columna.

- **Subsistema**

Estructural.

- **Número de piso afectado**

Segundo.

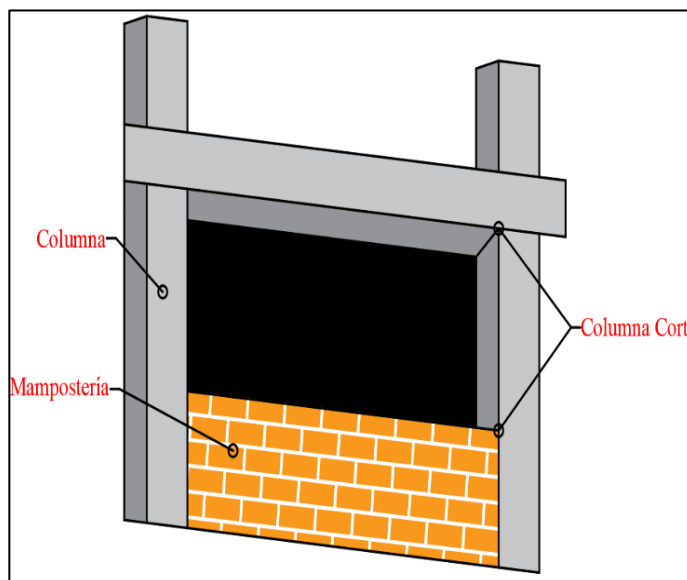
- **Descripción**

El defecto está presente en una columna con sección de 0.40m x 0.35m y una altura de 2.35m, la mampostería está colocada hasta una altura de

1.05m lo que genera una columna corta de 1.35m de altura, se puede apreciar que la mampostería se encuentra adherida a las dos columnas.

- **Esquema de daño**

Figura 80. Esquema de daño columna Corta.



Fuente: Villafuerte Alex.

- **Causa**

- **Indirecta**

Defectos y errores de diseño.

- **Ensayos para diagnóstico**

Esclerométrico (ensayo no destructivo).

- **Propuesta de Reparación**

Separación del mampuesto y la columna mediante perfiles metálicos

Pasos a seguir:

- a) Identificar y definir los límites del área que se va a reparar.
- b) Separar el mampuesto de la columna mediante una amoladora garantizando una junta de 5cm.

- c) Limpiar la superficie del mampuesto y la columna eliminando el polvo y la suciedad mediante cepillado y chorro de agua para garantizar la aplicación del aditivo.
- d) Aplicar adhesivo epoxi en la superficie del mampuesto y la columna para adherir el perfil metálico.
- e) Colocar el perfil metálico en la junta entre el mampuesto y la columna que dará soporte a la pared y permitirá independizar a los dos elementos, todo estará en función al cálculo estructural.
- f) Aplicar una capa de mortero sobre la superficie del mampuesto y el perfil metálico garantizando una superficie uniforme en toda la pared[16].

- **Aditivos**

- Adhesivo epoxi.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se determinó que en el cantón Ambato los principales tipos de lesiones presentes en edificaciones de concreto son lesiones físicas, lesiones mecánicas y lesiones químicas.
- Se determinó que las lesiones físicas más comunes en elementos no estructurales (mampostería) son: humedad capilar, humedad accidental, suciedad, fisuras piel de cocodrilo en enlucidos y erosión física; mientras que en elementos estructurales (losa) son: humedad por filtración, humedad de condensación y ataques por congelación.
- Se determinó que las lesiones mecánicas más comunes en elementos no estructurales (mampostería) son: grietas entre el mampuesto y mortero, grietas que rompen el mampuesto y desprendimientos, mientras que en elementos estructurales (columnas) son: grietas por compresión y tracción; (vigas) son: grietas por cortante, flexión y torsión; (losas) son: fisura por retracción hidráulica, fisura por retracción plástica y fisura por punzonamiento.
- Se determinó que las lesiones químicas más comunes en elementos no estructurales (mampostería) son: erosión química y eflorescencias; mientras que en elementos estructurales (columnas) son: ataque por ácidos, ataque por sulfatos, ataque por cloruros, carbonatación y corrosión en la armadura.
- Se determinó que los defectos más comunes en elementos estructurales (columnas) son: coqueras por disgregación, burbujas, ataques por altas temperaturas y columna corta.
- Se estableció que las principales causas directas que generan las lesiones físicas son: causas físicas (agua que asciende del suelo, agentes atmosféricos, humedad ambiental) y causas químicas (sales solubles provenientes del agua que asciende del suelo); mientras que las causas

indirectas son: falta de control de ejecución, defectos de construcción, ausencia de mantenimiento y finalización de vida útil de la edificación.

- Se estableció que las principales causas directas que generan las lesiones mecánicas son: causas físicas (agentes atmosféricos) y causas mecánicas (movimientos sísmicos, esfuerzos mecánicos de cargas y sobrecargas); mientras que las causas indirectas son: ausencia de mantenimiento, falta de control de ejecución, modificación en el destino original de la edificación, y defectos de diseño y construcción.
- Se estableció que las principales causas directas que generan las lesiones químicas son: causas físicas (agentes atmosféricos) y causas químicas (organismos biológicos, humedad, sales solubles provenientes del agua que asciende del suelo, contaminación ambiental, contaminación por presencia de aguas residuales); mientras que las causas indirectas son: ausencia de mantenimiento, error en la elección de materiales, defecto de fabricación de materiales y error de procesos constructivos.
- Se determinó que mediante los patrones típicos de daño es posible identificar de manera rápida que tipo de lesión está presente tanto en elementos no estructurales como estructurales, debido a que los esquemas de daño nos detallan las características y el lugar más usual en donde se encuentran ubicados las lesiones y defectos que se originan en las edificaciones de concreto.
- Se concluyó que los métodos de diagnóstico para determinar qué tipo de lesión y defecto están presentes en edificaciones de concreto son: la inspección visual que nos sirve para tener una idea de lo que puede tener un elemento no estructural que no presente daños considerables; mientras que si es un elemento estructural y no se puede identificar a simple vista se aplicará el ensayo esclerométrico, pachómetro y carbonatación, estos ensayos brindan confiabilidad y serán aplicados para establecer si el elemento es apto para ser reparado o reforzado sino se procederá a su sustitución.

- Se concluyó que los métodos de reparación empleados para elementos no estructurales (mampostería) son: barreras químicas, impermeabilización, restitución del elemento con mortero de reparación, costura de grietas, aplicación de aditivo sellador y ácido clorhídrico; mientras que elementos estructurales (columnas, vigas) son: perfiles metálicos, recrecido con hormigón proyectado y revestimiento con láminas de fibra de carbono.
- Se concluyó que los métodos de refuerzo para elementos estructurales como columnas y vigas no van empíricamente, sino que partirán de un análisis y cálculo estructural para establecer cuál es el método más adecuado.
- Se concluyó que los aditivos más empleados para reparación y refuerzo de lesiones y defectos de edificaciones de concreto son: adhesivo epoxi, inhibidor de corrosión, sellador, acrílico impermeable, adhesivo epoxi para anclajes y mortero de reparación.
- Se concluyó que para el proceso de reparación y refuerzo es importante el conocimiento adecuado de las características, forma de uso, ventajas, composición, notas legales y limitaciones de cada uno de los aditivos aplicados.
- Se concluyó que la mayoría de las edificaciones de concreto analizadas son clandestinas debido a que no son dirigidas por un profesional y no cumplen con las normas (NEC) establecidas para su construcción, lo cual ha generado la presencia de lesiones y defectos que se han ido agudizando a través del tiempo perjudicando su estética, resistencia y estabilidad.
- Se concluyó que al elaborar el manual en formato libro electrónico será una valiosa herramienta de trabajo para constructores, ingenieros civiles y futuros ingenieros civiles permitiéndoles identificar la lesiones y defectos, además de métodos de reparación y refuerzo para erradicar los daños detectados en edificaciones de concreto.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda tener en cuenta el testimonio de los dueños de las edificaciones para llegar a la causa más certera que origina la lesión en conjunto con los ensayos, evitando así atacar a los daños sin conocer las causas debido a que podría agudizar el problema.
- Se recomienda que las futuras construcciones que se vayan a realizar deben ser dirigidas por un profesional que siga las normas de construcción establecidas para impedir que se generen lesiones y defectos a lo largo del tiempo.
- Se recomienda que para la aplicación de aditivos se debe seguir las instrucciones establecidas en la ficha técnica del producto para prevenir inconvenientes en el proceso de reparación y refuerzo.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

- [1] Salomé Puente Gabriela, “Patología de la Construcción en Mampostería y Hormigones,” p. 205, 2007.
- [2] L. Emilio and R. Diaz, *Concrete Durability_ Cementitious Materials and Reinforced Concrete Properties, Behavior and Corrosion Resistance. .*
- [3] M. Morales Londoño and G. Echeverri Vega, “Patología de la construcción,” *Rev. Ing. Univ. Medellín*, no. 4, pp. 95–105, 2004.
- [4] H. Beushausen and L. Fernandez Luco, *Performance Based Specifications and Control of Concrete Durability*, vol. 18. 2016.
- [5] A. Silva, J. de Brito, and P. L. Gaspar, *Methodologies for service life prediction of buildings: with a focus on façade claddings*. 2016.
- [6] F. Lopez Rodriguez, “Detección Y Diagnóstico De Las Lesiones Más Frecuentes En Las Estructuras De Madera De Los Edificios,” *Man. Patol. la Edif. Hormigón y Madera*, vol. 2, pp. 126–177, 2004.
- [7] E. Moreno, “La planificación como herramienta para la determinación del costo del proceso de construcción de la edificación privada en la constructora Morales Viteri,” p. 215, 2015.
- [8] M. Ureña, “Patologías en la construcción.”
- [9] J. A. Vieitez Chamosa and J. L. Ramírez Ortiz, “Patología de la construcción en España: aproximación estadística,” *Inf. la Construcción*, vol. 36, no. 364, pp. 5–15, 1984, doi: 10.3989/ic.1984.v36.i364.1901.
- [10] N. Hasan, *Durability and Sustainability of Concrete*. 2020.
- [11] ACI, *ACI 318S-14 Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. 2014.
- [12] E. Avendaño Rodríguez, “Detección , Tratamiento Y Prevención De Patologías En Sistemas De Concreto Estructural Utilizados En Infraestructura Industrial,” *Repositorio*, no. Patologias en Sistemas de Concreto Estructural, p. 144, 2006,

- [Online]. Available: <http://www.inii2.ucr.ac.cr/RIINII/pdf/IC/IC-5277.pdf>.
- [13] “ASTM C805-02 Rebote Número de hormigón endirecido,” p. 3.
- [14] American Concrete Institute., “ACI 224 Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de hormigón,” *Com. ACI 224*, p. 1993, 1993.
- [15] B. Chinè-Polito, R. Cuevas-Kauffmann, R. Jiménez-Salas, and G. Ortiz-Quesada, “Estudio experimental de la carbonatación del concreto,” *Rev. Tecnol. en Marcha*, vol. 32, pp. 68–81, 2019, doi: 10.18845/tm.v32i2.4350.
- [16] P. Helene and F. Pereira, “Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón: reparación, refuerzo y protección,” *Ed. y Diagramación Electrónica.*, p. 586, 2003.
- [17] G. Chynoweth and R. Stankie, “Concrete repair guide,” ... *Concr. Repair Man.*, vol. 96, no. Reapproved, pp. 1–41, 1996, [Online]. Available: http://bpesol.com/bachphuong/media/images/book/546r_96.pdf.
- [18] J. M. Soler, “Técnicas de reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado,” *Inst. Chil. del Cem. y el Hormig.*, no. 14, p. 39, 1985, [Online]. Available: http://www.comunidadescolar.cl/documentacion/BasesPostulacion/Manual_Reparaciones_Tipicas.pdf.
- [19] J. M. P. Q. Delgado Editor, *Building Pathology, Durability and Service Life*, vol. 12, no. December. 2020.
- [20] S. H. K. W. et al Kosmatka, *Diseño y control de mezclas de Concreto*, vol. Primera Ed. 2004.
- [21] C. R. Calzado Wulff, “Aditivos Para Concreto.,” *Rev. IMCYC (Instituto Mex. del Cem. y del Concreto)*, vol. 21, no. 151, pp. 39–44, 1983.
- [22] P. Hidrorepelente, “HIDRO-LOCK TRANSPARENTE,” 2020.
- [23] “Limpiador construcción fuerte,” p. 25.
- [24] D. E. Soportes, “Tratamiento Alcalino_La Calera.pdf,” pp. 4–6.
- [25] P. Jiménez, “Comportamiento Del Hormigón De Alta Resistencia Frente Al

Fuego,” *J. Chem. Inf. Model.*, p. 261.

- [26] J. Ruiz Hidalgo, “Componentes y procesos químicos del cemento,” *Issn 1988-6047*, p. 8, 2009, [Online]. Available: https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_18/JAVIER_RUIZ_2.pdf.
- [27] R. S. de Villaverde, “La fibra de carbono: Más allá del refuerzo estructural,” no. Plan 2014, p. 60, 2021, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/2117/343558>.
- [28] F. Lopez Rodríguez, V. Rodríguez Rodríguez, J. Santa Cruz Astorqui, I. Torreño Gomez, and P. Ubeda de Mingo, “Manual de patología de la edificación,” vol. 1, p. 171.
- [29] J. M. Garzón Guzmán and M. A. Landín Romero, “Manual de técnicas para rehabilitación y reforzamiento en columnas y vigas de hormigón armado deterioradas por agentes mecánico.,” vol. 1, p. 127, 2017.