

FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

Carrera de Ingeniería Civil

**“TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE PATOLOGÍAS
EN SISTEMAS DE CONCRETO ESTRUCTURAL
UTILIZADOS EN LA AVENIDA PASEO DE LA REPÚBLICA
(VIA EXPRESA) EN LA INTERSECCIÓN DE LOS TRAMOS
AV. JAVIER PRADO- AV. CANADÁ EN LA PROVINCIA DE
LIMA”**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera civil

Autor:

Bach. Cynthia Paola Goyoneche Linares

Asesor:

Mag. Ing. Jorge Luis Canta Honores

Lima - Perú

2019



ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Jorge Luis Canta Honores, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del Bachiller:

- Goyoneche Linares Cynthia Paola

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE PATOLOGÍAS EN SISTEMAS DE CONCRETO ESTRUCTURAL UTILIZADOS EN LA AVENIDA PASEO DE LA REPÚBLICA (VIA EXPRESA) EN LA INTERSECCIÓN DE LOS TRAMOS AV. JAVIER PRADO-AV. CANADÁ EN LA PROVINCIA DE LIMA” para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. Jorge Luis Canta Honores

Asesor



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del Bachiller: Cynthia Paola Goyoneche Linares, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE PATOLOGÍAS EN SISTEMAS DE CONCRETO ESTRUCTURAL UTILIZADOS EN LA AVENIDA PASEO DE LA REPUBLICA (VÍA EXPRESA EN LA INTERSECCIÓN DE LOS TRAMOS AV. JAVIER PRADO- AV. CANADÁ EN LA PROVINCIA DE LIMA”

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y

Apellidos

Jurado

Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y

Apellidos

Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y

Apellidos

Jurado



DEDICATORIA

A Dios, por fortalecerme en Conocimiento y valor.
A mis seres queridos para continuar disfrutando momentos en familia.
A mi madre por apoyarme y estar pendiente de mí.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por permitirme llegar donde he llegado.

A la Universidad Privada del Norte por brindarme los conocimientos adquiridos en los años de estudio.

A mis educadores que me formaron en toda mi carrera profesional a todos ellos por su esfuerzo y dedicación, han logrado que pueda terminar mis estudios con éxito.

Un reconocimiento especial a las muchas personas que formaron en toda mi vida académica, a quienes les agradezco por las diferentes maneras de apoyo en los momentos cruciales. Algunas están presentes otras como pensamientos.

Quisiera agradecer al Ing. Jorge Luis Canta Honores por su valiosa asesoría y apoyo constante en realizar dicha investigación, poniendo en práctica sus conocimientos y brindarme aportes valiosos para finalizar con éxito dicha investigación..

A mis padres, hermanas, familiares y amistades por su inmenso estímulo en motivarme en los estudios y lograr mis metas. Muchas gracias a todos ustedes.



TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	ii
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLA DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiii
INDICE DE IMÁGENES	xiv
ÍNDICE DE GRAFICOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Realidad problemática.....	18
1.2. Importancia de la investigación.....	23
1.2.1. Importancia social.....	23
1.2.2. Importancia climática.....	23
1.2.3. Importancia metodológica.....	24
1.3. Justificación e importancia del estudio.....	24
1.3.1. Justificación social.....	24
1.3.2. Justificación en el aspecto constructivo.....	25
1.3.3. Justificación metodológica.....	25
1.4. Limitación del Estudio.....	26
1.5. Problema General.....	27
1.5.1. Problema Específicos.....	27
1.6. Objetivos.....	27
1.6.1. Objetivo general.....	27
1.6.2. Objetivos específicos.....	28
1.7. Hipótesis.....	29
1.7.1. Hipótesis general.....	29
1.7.2. Hipótesis específicas.....	29
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	30
2.1. Marco Histórico.....	30



2.2. Investigaciones antecedentes relacionadas con el tema	33
2.3.1. Población	36
2.3.2. Muestra	36
2.4. Método	39
2.5. Resultados	40
2.6. Discusión de resultados.....	40
2.7. Conclusiones.....	42
2.8. Estructura Teórica	42
2.8.1. Durabilidad del concreto	42
2.8.2. La Patología Estructural.....	45
2.9. Patologías del concreto estructural	46
2.9.1. Clasificación de patologías en el sistema estructural	46
2.10. Clasificación de las patologías según el origen del agente causante	49
2.11. Conocimientos básicos	50
2.11.1. Agentes Externos	50
A. Físicos	50
B. Mecánicos	55
C. Químicos	61
D. Biológicos	70
2.12. Inspección u ensayos	75
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	76
3.1. Variables	76
3.2. Operacionalización de las variables	76
3.3. Metodología	78
3.3.1. Metodología de la realidad.....	79
3.4. Tipo de investigación.....	80
3.5. Diseño de la investigación	80
3.6. Población muestra y muestreo (Materiales, instrumentos y métodos)	81
3.6.1. Población	81
3.6.2. Muestra	82
3.6. Técnicas, e instrumentos y procedimientos.....	85
3.6.1. Técnicas.....	85
3.6.2. Instrumentos.....	87
3.6.3. Procedimientos.....	87
CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	89
4.2. Procedimientos del estudio.....	89



4.3. Aplicación de la investigación en campo.....	93
4.3.1. Síntomas que muestra la estructura.....	94
4.4. Aplicación del método de detección y tratamiento patológico.....	96
4.5. Aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Físico.	98
4.6. Aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante	106
Agente Mecánico	106
4.7. Aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Químicos y Biológicos.....	122
4.8. Agentes Diversos	135
4.9. Ensayos y uso de instrumentos	135
4.9.1. Prueba de Carbonatación	136
4.9.2. Los materiales del ensayo	136
4.9.3. Cálculos esclerométricas realizadas en sitio. (Ensayo no destructivo).....	142
CAPÍTULO V. RESULTADOS	145
5.1 Resultados de los agentes patológicos	145
5.1. Resumen del porcentaje de patologías de todas las unidades de muestra.....	147
5.2. Resultado 1.....	149
5.2.1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico	149
5.3. Resultado 2.....	151
5.3.1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Físico.	151
5.4. Resultado 3.....	153
5.4.1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Mecánicos.....	153
5.5. Resultado 4.....	158
5.5.1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Químicos y Biológicos.....	158
5.6. Análisis estadístico en SSPSS general de las patologías.....	172
5.6.1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico.	172
5.6.2. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Físico.	175
5.6.3. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Mecánicos.....	177
5.6.4. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Químicos y Biológicos.....	179
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	186



Discusión 1: Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico	186
Discusión 2: Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Físico.	186
Discusión 3: respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Mecánicos.	187
Discusión 4: respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Químicos y Biológicos.	187
Prueba de Carbonatación.....	188
Cálculos esclerométricas realizadas en sitio. (Ensayo no destructivo)	188
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES	189
Conclusión General.....	189
Conclusiones Específicas.....	189
CAPÍTULO VIII. RECOMENDACIONES	192
Recomendación General.....	192
Recomendaciones Específicas.....	193
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	195
ANEXOS.....	198
1. Tabla del esclerómetro	198
2. Matriz de consistencia	198
3. Plano de ubicación	198
4. Solicitud de préstamo del esclerómetro	198
5. Anexos de agentes externos e internos	198
Tabla del esclerómetro	199
Matriz de consistencia	201
Plano de ubicación.....	203
Solicitud de préstamo de esclerómetro	204
Anexo de agentes externos e internos.....	206



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de muestra (ensayo de esclerómetro)	37
Tabla 2. <i>Tabla de muestra (fotografías)</i>	38
Tabla 3. <i>Ficha de nivel de severidad de las patologías</i>	41
Tabla 4. <i>Microorganismos y acciones sobre el concreto</i>	71
Tabla 5. <i>Algunos agregados y minerales potenciales reactivos</i>	72
Tabla 6. <i>Cuadro de operacionalización de variables</i>	76
Tabla 7. <i>Cuadro de cualitativo y cuantitativa</i>	77
Tabla 8. <i>Cuadro de investigación cualitativa y cuantitativa</i>	78
Tabla 9. <i>Tabla de muestra (ensayo de esclerómetro)</i>	81
Tabla 10. <i>Tabla de muestra (ensayo de esclerómetro)</i>	83
Tabla 11. <i>Tabla de muestra (fotografías)</i>	84
Tabla 12. <i>Tabla de agentes patológicos</i>	85
Tabla 13. <i>Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra</i>	95
Tabla 14. <i>Profundidad de carbonatación</i>	136
Tabla 15. <i>Resultados del esclerómetro</i>	142
Tabla 16. <i>Resultados del esclerómetro</i>	143
Tabla 17. <i>Resultados del esclerómetro</i>	163
Tabla 18. <i>Resultados del esclerómetro</i>	164
Tabla 19. <i>Profundidad de carbonatación</i>	169
Tabla 20. <i>Características físicas encontradas</i>	188
Tabla 21. <i>Agentes físicos</i>	189
Tabla 22. <i>Agentes mecánicos</i>	189
Tabla 23. <i>Agentes químicos y biológicos</i>	190
Tabla 24. <i>Características físicas identificadas</i>	191
Tabla 25. <i>Recomendaciones 1</i>	206
Tabla 26. <i>Recomendaciones 2</i>	207
Tabla 27. <i>Recomendaciones 3</i>	208
Tabla 28. <i>Recomendaciones 4</i>	209
Tabla 29. <i>Tipos de protección</i>	210
Tabla 30. <i>Carbonatación</i>	211
Tabla 31. <i>Agentes biológicos</i>	212



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural	45
<i>Figura 2.</i> Patologías en sistemas de concreto estructural	46
<i>Figura 3.</i> Origen del agente causante de patologías en concreto.	50
<i>Figura 4.</i> esquemas de deterioro causado por cambios de humedad.....	52
<i>Figura 5.</i> Esquema de deterioro causado por ciclos de hielo y deshielo.....	54
<i>Figura 6.</i> Esquema temperatura, color y daño en el concreto por incendio.....	55
<i>Figura 7.</i> Tipo de Grieta Estructural.....	58
<i>Figura 8.</i> Tipo de Grieta Estructural.....	59
<i>Figura 9.</i> Esquemas del deterioro provocado por la corrosión.....	64
<i>Figura 10.</i> Ejemplo de corrosión galvánica.	65
<i>Figura 11.</i> Tabla de actividad de los metales	66
<i>Figura 12.</i> Esquema del deterioro provocado por la carbonatación del concreto.	69
<i>Figura 13.</i> Esquema de deterioro causado por la RAA.....	74
<i>Figura 14.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra.	90
<i>Figura 15.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra	91
<i>Figura 16.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	100
<i>Figura 17.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	101
<i>Figura 18.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	102
<i>Figura 19.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	103
<i>Figura 20.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	104
<i>Figura 21.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	107
<i>Figura 22.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	108
<i>Figura 23.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	109
<i>Figura 24.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	110
<i>Figura 25.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	111
<i>Figura 26.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	112
<i>Figura 27.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	113
<i>Figura 28.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	114
<i>Figura 29.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	115
<i>Figura 30.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	116
<i>Figura 31.</i> Planilla de anotación de la inspección	117



<i>Figura 32.</i> Planilla de anotación de la inspección I.....	118
<i>Figura 33.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	119
<i>Figura 34.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	120
<i>Figura 35.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	124
<i>Figura 36.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	125
<i>Figura 37.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	126
<i>Figura 38.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	127
<i>Figura 39.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	128
<i>Figura 40.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	129
<i>Figura 41.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	130
<i>Figura 42.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	131
<i>Figura 43.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	132
<i>Figura 44.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	133
<i>Figura 45.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	137
<i>Figura 46.</i> Planilla de anotación de la inspección.....	138
<i>Figura 47.</i> Planilla de anotación de la inspección	139
<i>Figura 48.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra.	145
<i>Figura 49.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 1	148
<i>Figura 50.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 2	149
<i>Figura 51.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 3.	150
<i>Figura 52.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 4	150
<i>Figura 53.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 5	152
<i>Figura 54.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 6	153
<i>Figura 55.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 7.	157
<i>Figura 56.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 8	157
<i>Figura 57.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 9.	159
<i>Figura 58.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 10.	160
<i>Figura 59.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 11.	161
<i>Figura 60.</i> Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 12	162



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Carbonatación	67
Ecuación 2: Ley de difusión de fick	61

INDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1.</i> Deterioro causado por el ataque de sulfatos en elementos de concreto.....	67
<i>Imagen 2.</i> Mapa de ubicación del proyecto.....	93
<i>Imagen 3.</i> Muro afectado por eflorescencia.	95
<i>Imagen 4.</i> Muro afectado por agentes biológico.....	95
<i>Imagen 5.</i> Muro afectado por desprendimiento y grietas.	97
<i>Imagen 6.</i> Muro afectado por erosión.	97
<i>Imagen 7.</i> Muro afectado por desprendimientos.	98
<i>Imagen 8.</i> Muro afectado por fisura.	99
<i>Imagen 9.</i> Muro afectado por eflorescencia.	99
<i>Imagen 10.</i> Muro afectado por desprendimientos.	106
<i>Imagen 11.</i> Muro afectado por Grietas.....	107
<i>Imagen 12.</i> Muro afectado por corrosión del acero.	122
<i>Imagen 13.</i> Muro afectado por corrosión del acero.	123
<i>Imagen 14.</i> Muro afectado, medición de cada agente patológico.	123
<i>Imagen 15.</i> Muro afectado por humedad.	123
<i>Imagen 16.</i> Prueba con fenolftaleína 1%.	136
<i>Imagen 17.</i> Prueba con fenolftaleína 1%.	137
<i>Imagen 18.</i> Prueba del esclerómetro limpieza del muro a analizar.	166
<i>Imagen 19.</i> Prueba del esclerómetro en los muros estructurales.	167
<i>Imagen 20.</i> Prueba del esclerómetro en los muros estructurales.	167
<i>Imagen 21.</i> Sika bitumen.....	214
<i>Imagen 22.</i> Sikamur inyectocream-100.....	216
<i>Imagen 23.</i> Sika 1.	218
<i>Imagen 24.</i> Chema transformador de óxido.	219
<i>Imagen 25.</i> Chema inhibidor de corrosión.....	222
<i>Imagen 26.</i> Sikadur 32 gel.....	224
<i>Imagen 27.</i> Sika Rep pe.....	226
<i>Imagen 28.</i> Sika Igol sella muro.....	228
<i>Imagen 29.</i> Chema clean multiuso.....	230
<i>Imagen 30.</i> Chematop.....	232



ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Ley de evolución de costos (Ley de sitter)	45
Gráfico 2. Diseño de evaluación	80
Gráfico 3. Agentes Externos- Internos	135
Gráfico 4 . Carbonatación.....	141
Gráfico 5. Porcentajes de unidades de muestras	146
Gráfico 6. Porcentaje de patologías de la muestra	147
Gráfico 7. Resultados de las esclerométricas	165
Gráfico 8. Profundidad de la carbonatación varía en forma no lineal	168
Gráfico 9. Nivel de severidad del lugar de estudio	171
Gráfico 10. Tipo de severidad de los agentes patológicos en general	172
Gráfico 11. Numero de muestras por nivel de severidad	173
Gráfico 12. Tipo de patologías.....	174
Gráfico 13. Patología física y tipo de severidad	175
Gráfico 14. Porcentaje de los niveles de afectación	176
Gráfico 15. Patología agente mecánico y nivel de severidad.....	177
Gráfico 16. Porcentaje de los niveles de afectación por agente mecánico.....	178
Gráfico 17. Patología agente químico y nivel de severidad	179
Gráfico 18. Patología agente químico y nivel de severidad	180
Gráfico 19. Patología agente químico y nivel de severidad	181
Gráfico 20. Patología agentes biológicos y nivel de severidad	182
Gráfico 21. Carbonatación según nivel de severidad	183
Gráfico 22. Area afectada por carbonatación	184



RESUMEN

La presente investigación se refiere al tratamiento y prevención de las patologías del hormigón estructural usado en la Avenida Paseo de la República en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado- Avenida Canadá de la Ciudad de Lima, Departamento de Lima. La patología del concreto define como aquella porción de la duración que se describe a las cifras, causas potenciales y análisis del desperfecto que se observan en las placas del concreto estructural.

La primera etapa tiene como propósito el planteamiento y delimitación del problema; el proceso detallado de la patología, también del inadecuado mantenimiento estructural, la importancia, las limitaciones, el problema general, los objetivos e hipótesis. Así mismo, la segunda etapa consiste en el marco histórico con revistas científicas y citas bibliográficas, para proponer múltiples recomendaciones para el tratamiento de los diferentes tipos de daños.

El tercer capítulo, abarca las variables, la metodología utilizada, tipo de estudio. También usamos los ensayos no destructivos tales como: ensayo del esclerómetro (se utiliza el del laboratorio UPN), ensayo de carbonatación.

El cuarto capítulo, menciona el avance de la investigación, en la que se observa los procedimientos.

El quinto capítulo, describe los resultados obtenidos, diagnóstico del elemento estructural en la Avenida Paseo de la República en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado- Avenida Canadá. Finalmente encontramos los capítulos sexto, séptimo y octavo, que contiene la discusión, las conclusiones y las recomendaciones de dicha investigación.

Todo ello, establece que los muros estructurales de la avenida Paseo de la República, necesitan mantenimiento adecuado, ya que se detecta diversos tipos patologías en su estructura.

Palabras clave: (Durabilidad, Patología estructural, Diagnostico, Inspección, Tratamiento).



ABSTRACT

The present investigation refers to the treatment and prevention of structural concrete pathologies used in Paseo de la Republica Avenue at the intersection of the sections avenue Javier Prado – Avenue Canada of the in Lima City, Department of Lima. The pathology of concrete is pointed out as that portion of the durability that is described to the figures, potential causes and analysis of the damage observed by the structures of the structural concrete.

The first stage has as purpose the approach and delimitation of the problem; the detailed process of pathology, also observed an inadequate structural maintenance, the importance, the limitation, the general problem, the objectives and hypotheses.

Likewise, the second stage consists of a historical framework with scientific magazines and books of several citations, in order to propose multiple recommendations for the treatment of different pathological types.

The third chapter covers the variables, the methodology used, and type of study. We also use non-destructive tests such as: sclerometer test (the UPN laboratory is used), carbonation test.

The fourth chapter mentions the development of the investigation, in which the procedures are observed.

The fifth chapter describes the results obtained, diagnosis of the structure element on Avenue Paseo de la Republica at the intersection of the sections Avenue Javier Prado - Avenue Canada.

Finally, we find the sixth, seventh and eighth chapters, which contains the discussion, conclusions and recommendations of said investigation.

All this, establishes that the structural walls of the Avenue Paseo de la Republica, need adequate maintenance, since it detects various types of pathologies in its structure.

Keywords: (Durability, Structural pathology, Diagnosis, Inspection, Treatment).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El presente estudio, se refiere al tratamiento y prevención de patologías del concreto estructural aplicado en la Avenida Paseo de la República en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado – Avenida Canadá en la ciudad de Lima. La patología del concreto se detalla como aquella porción de la durabilidad que se describe a las cifras, causas potenciales y “análisis del desperfecto que se observan en los elementos del concreto estructural” (Rivva, 2006, pág. 928) en su libro “Durabilidad y Patología del concreto”, Perú.

Según (Saldaña & Rojas, 2009, pág. 36) en el libro “Patologías constructivas en los edificios prevenciones y soluciones”, Uruguay, en diferentes sectores, tanto internacional y nacional; dichas tendencias de degradación en construcciones vienen sufriendo daños irreparables y en ocasiones ya colapsaron, lo cual se ha percibido como indicadores de las patologías, dando como resultado una percepción negativa de los usuarios. Es el caso de como las patologías deben ser identificadas a tiempo, a fin de que sean reparadas “para evitar el colapso funcional o estructural de la obra”, (Meza, 2016, págs. 1-11).

Según (Saldaña & Rojas, 2009, págs. 36-38) en el libro “Patologías constructivas en los edificios prevenciones y soluciones”, Uruguay, las patologías que pueden dañar a una edificación tienen su origen en diferentes factores, pudiendo ser diferentes agresiones directas de tipo físico, mecánico, químico y biológico, causando el deterioro del mismo y originando diversas enfermedades del concreto o agresiones indirectas como criterios de diseño, ejecución, selección de materiales correctos, etc.

Según (Fernández, 2015, pág. 1) en su artículo científico denominado “Conceptos fundamentales sobre el mantenimiento de edificios de la revista electrónica red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, Colombia, desde tiempos se ha hecho necesario idear un sistema que apruebe la conservación de la edificación construida”. Esto ha posibilitado que se desarrollen estudios e Investigaciones sobre el inadecuado mantenimiento. Es por esto que muchos autores han enfatizado en la importancia de este tema. Esto se ha analizado sobre los principales conceptos que este término incluye como son: vida útil de las edificaciones, mantenimiento de costos, así como las mejorías que se producen al emplear un análisis de reparación preventivo o correctivo. La necesidad imperante de

proteger las edificaciones, ha hecho posible que el inadecuado mantenimiento sea hoy un tema esencial en la producción de nuevos proyectos.

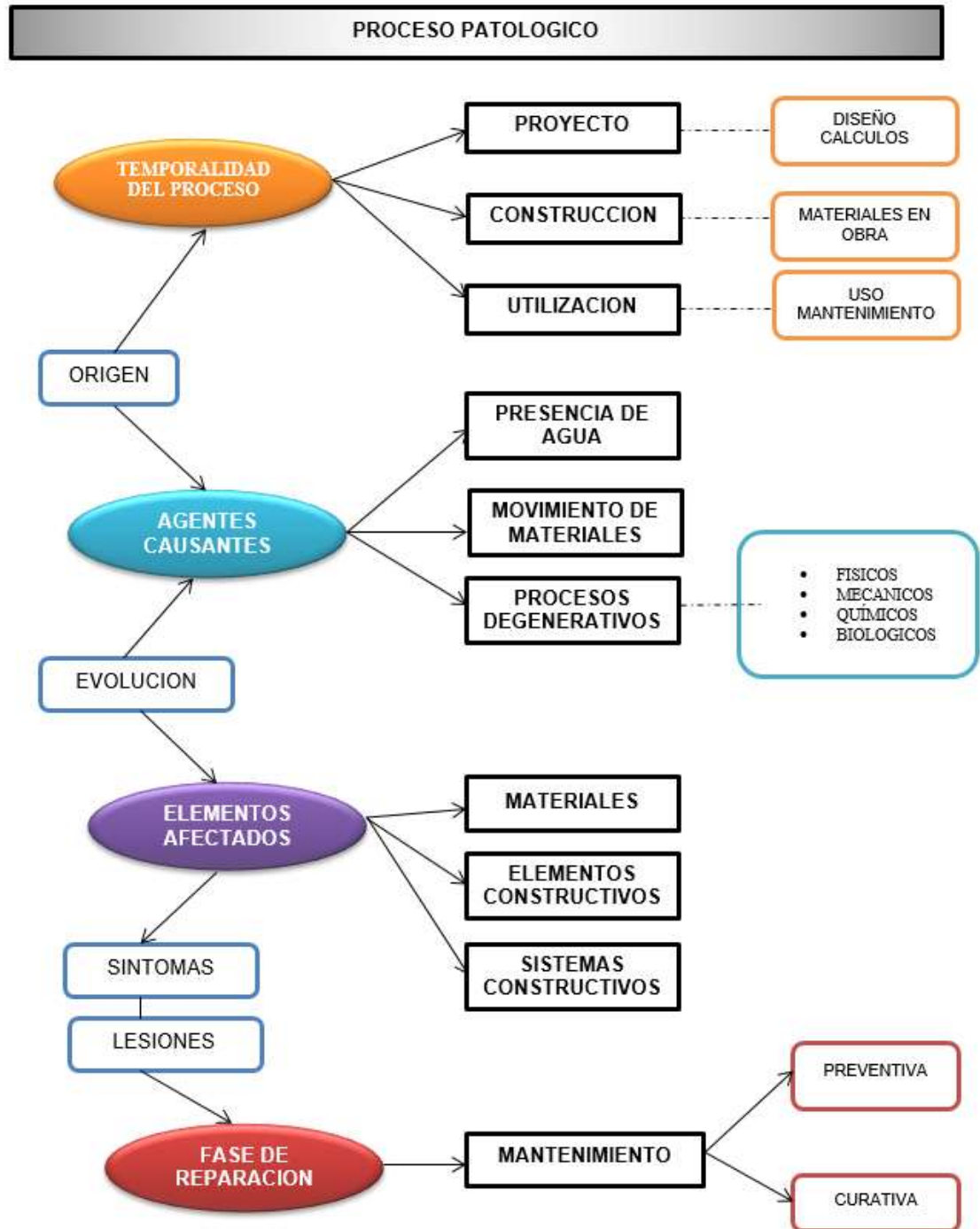
Para (Babe, 1986, pág. 330) manual: "mantenimiento y reconstrucción de edificios", Cuba. El mantenimiento se debe realizar de forma cíclica para la atención de los elementos y componentes de la construcción, con el fin de subsanar sus deficiencias y mantener de manera eficaz los servicios que brindan, con énfasis especial de aquellas partes que por su uso continuo o por su ubicación se encuentra más expuestos al deterioro. Según (Enrique Pasquel, 1998, págs. 11-22) en el libro "Tópicos de tecnología", Perú, el concreto armado es el material con más demanda en la construcción, donde en el diseño de mezcla de concreto (agua, cemento, agregados) determinan la durabilidad y resistencia, es adecuado contar con un control de calidad en las obras de ejecución, sé sabe que un material por sí solo no prolonga su vida útil, por lo que se debe elaborar un estudio de las causas que están provocando fallas, estableciendo la sintomatología estructural más determinada, estableciendo un diagnóstico de la enfermedad que sufre el elemento estructural, de esta manera se genera una solución acertada para reparar o eliminar por completo dicha patología.

Figura 1. *Muro estructural de concreto*



Fuente: Elaboración propia (2018).

Figura 2. Proceso detallado de desarrollo de patología



Fuente: Elaboración propia.

En base a lo descrito, se ha identificado la problemática siguiente:

"Alta incidencia de patología en las estructuras de contención"

"La Avenida Paseo de la República, conocida también como Vía expresa o Zanjón, es una de las principales vías de la ciudad de Lima, capital del Perú, que constituye un ícono de la urbe y punto referencial de la misma", (IDECPERÚ, 2012, págs. 24-25). Se extiende a lo largo de 66 cuadras, recorriendo de norte a sur, los distritos de Cercado de Lima, La Victoria, Lince, San Isidro, Surquillo, Miraflores y Barranco. Además, en la parte central del zanjón se ubica parte del corredor del Sistema Metropolitano de Transporte.

En general, para establecer las condiciones óptimas de la edificación se describe una serie de actividades, sin embargo, los materiales con el tiempo se deterioran, siendo este un proceso natural, por lo que se debe de ejecutar un análisis para ofrecer un plan de mantenimiento, (IDECPERÚ, 2012)

Problemas patológicos:

- Errores de diseño y/o cálculo de la estructura, incluyendo la concepción de los detalles.
- Mal uso de los métodos de cálculos y en las normas técnicas peruanas.
- Insuficiencia en los detalles de ejecución de obra.
- Carencia de proyección de juntas de contracción.
- Selección inapropiada y falta de un control de calidad de los materiales de la mezcla.
- Mal diseño y dosificación inadecuada de la mezcla.
- Ignorar las tolerancias permisibles del concreto.
- Utilización de agregados de tamaños equivocados.
- Exceso de aire incluido.
- Adición de agua en la mezcla sin control.

Las causas identificadas son:

Los agentes agresivos en los ataques químicos y biológicos están compuestos por sustancias, en su mayor parte en estado gaseoso o líquido. En casos de daños del tipo mecánico y físico, las causas pueden deberse a sobrecargas, impactos, a cambios en la humedad y la temperatura.

Para (Husni, 2009, pág. 2) en la revista web "acciones sobre las estructuras de hormigón", México, la entrada, la velocidad de desintegración o los impactos de un agente



agresivo, obedece tanto al tipo de concreto y al microclima, así como a “las unidades de transporte e interacción que ocurren en el sitio”. Entre las unidades de transporte de sustancias agresivas, tenemos: el transporte por aire repleto de humedad, agua de lluvia y por inmersión, (Husni, 2009, pág. 1) en la revista web “acciones sobre las estructuras de hormigón”, México.

Para (Yauri Perez, 2013, pág. 65) en su tesis de ingeniería civil de la universidad Los Ángeles de Chimbote, titulada: “Estudio analítico para contrarrestar las patologías en estructuras de concreto armado y contribuir en la vida útil de las edificaciones de centros de salud en la ciudad de Huaraz”, en Perú, son aquellos identificados con los atributos intrínsecas de la estructura, son los impactos que surgen en el resultado de una mala construcción, un error en la elaboración de planos, o la utilización de materiales insuficientes o inadecuados para dicho proyecto.

Para evitar deformidades en las estructuras, es importante la intervención de personal autorizado y honesto en la ejecución del proyecto. Es decir, estas patologías deben evitarse, controlarse y ajustarse por especialistas. Un defecto en el elemento estructural, puede convertirse en altas vulnerabilidades, dejándola sujeta a sufrir daños y desintegración de magnitudes incalculables.

La recomendación más rápida para corregir el problema patológico, se centra en la solución de la causa de los daños; se refiere a los agentes diversos que se muestran. En consecuencia, es necesario proceder al mantenimiento de los elementos estructurales que representan al daño material.

Inadecuado mantenimiento estructural

Además, es importante tomar conciencia entre los ingenieros, la necesidad del mantenimiento integral en obras estructurales, aplicando la ética en el desempeño profesional, considerando las normas y los criterios, así como el impacto ambiental que puede afectar a las construcciones. Esto asegurara la calidad de los proyectos y su prevalencia en el tiempo, (Paulo R, 1997, págs. 119-120) en el libro “Manual para la Reparación, Refuerzo y Protección de las Estructuras de Concreto, USA.

Los agentes causantes de los problemas patológicos pueden ser varios, las principales causas que se desarrollan a continuación, son errores de proyecto, defectos de ejecución, inadecuado mantenimiento en los muros estructurales, falta de calidad y durabilidad de los



materiales, variaciones en las hipótesis de proyecto o en las condiciones del entorno, cimentaciones en terreno inestable o descensos generalizados. Las patologías aparecen por tres motivos: defectos, daños o deterioro, (Paulo R, 1997, pág. 5) en el libro “Manual para la Reparación, Refuerzo y Protección de las Estructuras de Concreto, USA.

Generando diferentes efectos nocivos que se describen como agentes patológicos, estas deben considerarse en el tiempo, estudiarlas y solucionarlas para evitar el colapso funcional o estructural de la obra de edificación, (Paulo R, 1997, pág. 6) en el libro “Manual para la Reparación, Refuerzo y Protección de las Estructuras de Concreto, USA.

La alternativa de solución que plantea la presente investigación, respecto a la patología del concreto estructural, se describe a la prevención, la cual es la manera eficaz de evitar condiciones patológicas. El mantenimiento preventivo es apoyado por un buen diseño e implementación de acuerdo a la calidad de parámetros, sino también a un programa de mantenimiento estructural.

1.2. Importancia de la investigación

1.2.1. Importancia social

La presente investigación, crea nuevos procesos preventivos para evitar accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, que se ven afectados por la falta de un mantenimiento de rutina (MTC, 2017) en el decreto “Supremo N° 004-2017 MTC, Perú.

1.2.2. Importancia climática

La contaminación atmosférica es el impacto ambiental más significativo de los proyectos de construcción. Es un principal factor de deterioro en el concreto estructural, los agentes diversos (físico, mecánico, químico o biológico) también juegan un papel principal debido a sus interacciones con los materiales tradicionales. Según (Enrique Pasquel, 1998, pág. 116) en el libro “Tópicos de tecnología del concreto, Perú.



1.2.3. Importancia metodológica

La importancia del proceso radica en que, dependiendo del sistema de construcción seleccionado, se debe fomentar una disciplina sistemática que conduzca las operaciones al éxito de la producción con aplicación de materiales y técnicas adecuadas, así como el empleo de instrumentos de planificación, organización, dirección y control, todo esto a través del conocimiento de la realidad local.

Algunas personas piensan en la patología estructural como algo secundario, pero la realidad es que tiene mucha importancia al edificar una obra nueva, si una estructura presenta defectos y se desconoce acerca de estos, no se podrá hacer nada si el grado de los mismos empeora llegando a tal punto que veamos a nuestra querida edificación hacerse pedazos. Con un completo conocimiento del área, se logra implementar terapias a la estructura, logrando así ampliar la vida útil de la misma, (Paulo R, 1997, pág. 8) en el libro “Manual para la Reparación, Refuerzo y Protección de las Estructuras de Concreto, USA.

1.2.4. Importancia en el proceso constructivo

La relevancia que se le da al buen proceso constructivo, es que desde el mismo proyecto hay que tener en cuenta la buena planificación, la utilización de los procedimientos constructivos, la mano de obra calificada, equipos, y los materiales a utilizar para una construcción de calidad.

1.3. Justificación e importancia del estudio

1.3.1. Justificación social

Al verificar la problemática, (Arias, 2006) y (Chaves, 2001) demostraron que el presente estudio demuestra los diferentes tipos de patologías en el elemento estructural de la Avenida Paseo de la República, en la intersección de las Avenidas Javier Prado- Avenida Canadá, Distritos de la Victoria y San Isidro, Provincia de Lima.



Al conocer de (Chaves, 2001), los diferentes agentes patológicos e identificarlos, iniciaremos con la evaluación de las áreas afectadas para determinar los daños que presenten en la estructura y realizar un adecuado mantenimiento o reparación en la edificación.

La norma técnica peruana 334.009 y (ACI 318, 2005) donde muestra las estrategias del concreto, de “evaluación y métodos de ensayo”, brinda “material de apoyo importante en la investigación de la definición de la patología” de los muros estructurales en la Avenida Paseo de la República en la intersección de las Avenidas Javier prado- Avenida Canadá.

1.3.2. Justificación en el aspecto constructivo

La justificación de este estudio se basa, en que, durante su tiempo de ejecución hasta el día de hoy, la vía expresa no ha contado con el debido y continuo mantenimiento; por ello los muros estructurales ya están en mal estado.

En nuestro país los problemas de patologías constructivas casi no hay investigaciones, las normas técnicas peruanas cuentan con pocos ítems de las causas patológicas en las edificaciones. Dejando de lado los diversos factores que causan daños al elemento estructural, como: agentes climáticos, físicos, químicos, mecánicos, la falta de un adecuado mantenimiento, etc; razones por las que es posible e importante completar un estudio, que contienen detalles perteneciente al plan de manejo, para formar un diagnostico que distinga los problemas de la edificación luego analizaremos las causas que produce dichas lesiones en el concreto estructural, (Diaz, 2014, pág. 20)

1.3.3. Justificación metodológica

Para (Bavaresco, 1996), las investigaciones son como base de consulta, que valdrá en cuenta tanto en la “Universidad Privada del Norte en la Facultad de ingeniería civil”, como para otras áreas de estudio en esta u otra universidad, asimismo de ser una guía para los entes encargados del continuo mantenimiento del sistema de transporte de Lima Metropolitana.

El presente proyecto, procura hacer de conocimiento la situación actual que presenta las vías por falta de un planeamiento en la mantención de la estructura, de (Bavaresco, 1996) y

(Babe, 1986), es necesario investigar los tipos de patologías que se presenta en los muros estructurales de la Avenida Paseo de la República, entre la intersección de los tramos Avenidas Javier Prado y Avenida Canadá, para así prevenir posibles lesiones causadas por el deterioro y/o desprendimiento de los elementos estructurales.

En el tiempo de ejecución del proyecto y el final no ha contado con un adecuado mantenimiento constante, por (Babe, 1986) el valor de la investigación reside, en extender su vida útil de los muros estructurales, siendo esta una de las vías principales de la provincia de lima. Esta investigación, evalúa y sirve de guía para realizar un adecuado mantenimiento y conservación de la estructura para prolongar su vida útil.

1.4. Limitación del Estudio

Describe a aquellos componentes, ocasiones, hechos, que pueden limitar el avance de la investigación. Asimismo, se mostrara lo siguiente:

- En lo que concierne al uso de tecnología, se usara un equipo de préstamo, como el esclerómetro.
- En lo económico se tiene ventajas con el préstamo del equipo que cuenta la Universidad Privada del Norte.
- El estudio presente recomienda un mantenimiento inmediato en las áreas afectadas por los agentes patológicos.
- Dificultad para hacer los ensayos y toma de fotografías, ya que su área estudiada no cuenta con acceso peatonal.
- Los permisos de la Municipalidad Metropolitana de Lima, que admite solo realizar el análisis no destructivo del área estudiada, con ensayos de carbonatación y ensayo del esclerómetro. (ver anexos)
- Se estudian 2 Avenidas principales (Javier Prado-Canadá), ya que su área de investigación extensa, pero también, se evidencia un deterioro en las siguientes Avenidas (Angamos - Benavides - 28 de Julio- Ricardo Palma) que forman parte de la Vía expresa.

Además, es importante llevar a cabo un continuo mantenimiento preventivo del cuerpo físico de un desarrollo para que no presenten patologías que respondan a una prolongación de vida útil, restaurando



aquellas estructuras que presentan patologías, (Oré, 2014, pág. 60) en el “Manual De Preparación, Colocación y Cuidados Del Concreto”, Perú.

1.5. Problema General

- ¿Qué diferencias existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patología y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas?

1.5.1. Problema Específicos

- ¿Qué diferencias existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección por tratamiento de patología y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes físicos?
- ¿Qué diferencias existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patología y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes mecánicos?
- ¿Qué diferencias existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patología y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes químicos y biológicos?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

- Identificar las diferencias significativas que existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas.



1.6.2. Objetivos específicos

- Identificar las diferencias significativas que existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes físicos.
- Identificar las diferencias significativas que existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes mecánicos
- Identificar las diferencias significativas que existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes químicos y biológicos.



1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

Existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patología y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas.

1.7.2. Hipótesis específicas

- Existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes físicos.
- Existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes mecánicos
- Existe diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes químicos y biológicos.



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Histórico

Según (Sergio, 2009, pág. 156) en el libro “Metodología de la Investigación Científica”, Perú. El marco histórico es el término de las biografías pasadas que se establece en diferentes fases por las que paso el objetivo que vamos desarrollando con cada investigación. También se refiere a la relatoría de los estudios que han tenido el objeto de estudio, mencionando los hallazgos que a cada caso correspondan.

Los antecedentes que tenemos como referencia, son artículos científicos, información de conferencias, internet, libros publicados, usaremos esto como material de apoyo en este estudio de tesis.

Según (ACI-201, 1992, págs. 8-14) en la guía “durabilidad del hormigón”, USA. Al final la durabilidad es la capacidad de una estructura para oponerse a las agresiones físicas, químicas, mecánicas, biológicas y agente atmosférico protegiendo su integridad después de algún tiempo, garantizando así que no se llegue a una etapa límite s wau vida útil prevista, como el resultado del debilitamiento prematuro. Una estructura es sólida en caso de que haya tenido un plan, desarrollo y conservación satisfactorios.

En la actualidad, en un entorno más extenso, la característica de durabilidad va más allá de la capacidad para resistir el deterioro. Asimismo, debe incorporar la idea de vida útil, y en esta línea involucra diferentes propiedades, por ejemplo:

Integridad estructural: implica que la estructura debe contar con una capacidad de resistir cualquier daño local de sus componentes esenciales, sin deteriorarse hasta lograrse en un daño mucho más notable que el primer deterioro, salvando su confiabilidad. Esto debe lograr a través de una disposición estructural tal, que le dé fuerza a la estructura mediante la redistribución de las cargas de un segmento local posiblemente dañado.

Facilidad para inspección: implica que la estructura debe estar dispuesta, desde un inicio, para alentar las indicaciones evaluadas y convenientes para reconocer el debilitamiento inicial, o las apariencias de deterioro ocultos que pueden haber pasado desapercibidos en la fase de ejecución del trabajo, o el daño causado por cualquier circunstancia concebible sin precedentes.

Facilidad para reparación o reposición: implica que el procedimiento del elemento estructural y no estructural de una obra debe ser proyectado con sencillez, anticipando la contingencia de que si, fuese necesario desarrollar la reparación o reposición de un elemento localmente afectado, esto se hará en forma rápida.

Adaptabilidad: significa que el elemento estructural debe enriquecerse de tal forma que sean sensibles y puedan ajustarse con una flexibilidad razonable.

Fácil demolición: relacionada con la idea de flexibilidad, está el concepto de fácil demolición. Asimismo, se debe reflexionar sobre las fases de organización y planificación, los problemas que podría presentar un edificio para ser demolido, o los materiales que pudieran protegerse, cuando su vida útil o su vida haya terminado, según lo señalado por la revista científica *Revista Concrete Construction* (Kostyk, Barry, & Pamell, 1984, págs. 594-596) en su artículo "An Effective Repair for Leaking", USA.

En esta investigación, el atributo de durabilidad ilimitado está ligado al conocimiento de habilidades para resistir deterioro provocado por agresiones externas y por agentes internos.

Según refiere (Vieitez & Ramirez, 1984, pág. 10) en el artículo científico denominado "Patología de la construcción en España" de la revista científica de la Universidad del País Vasco, España, un plan de mantenimiento nos debe arrojar lo más objetivo posible y por ello tomamos la base metodológica para analizar dicha información, tal como el propuesto por el C.E.B. en su reunión de Budapest de junio de 1980. Se determinó un total de 11 campos para clasificar los problemas patológicos; son los siguientes:

1. Tipo de obra de edificación
2. Ambiente de la estructura
3. Ubicación de lesiones
4. Expresión de lesiones
5. Motivo de lesión

6. Inicio de lesión
7. Naturaleza de la obra
8. Valoración de costos de reparación
9. Momento de inspección
10. Tiempo de inspección
11. Informe

Cuando ya tenemos la definición de los campos se procede a considerar los informes mencionados, que determina la aportación de cada uno de ellos en su campo. De esta manera refleja lo siguiente:

12. Tipo de obra: oficina, vivienda multifamiliar, carreteras, escuelas, puente, etc.
13. Naturaleza de la estructura: concreto armado, mixta, madera, metálica, etc.
14. Localización de lesiones: columna, viga, cimentación, tabiques, muro, etc.
15. Manifestación: grietas, fisuras, cangrejas, baja resistencia del concreto, mala distribución del acero, deformación, etc.
16. Causas y lesiones: un mal suelo, ejecución, malos materiales, mantenimiento, etc.
17. Origen de lesiones: cargas viva y muerta, ambiental, diseño de mezcla, acción química.
18. Ambiente en la obra: humedad, calor, frío, agentes agresivos, etc.
19. Costo de reparación: falta de presupuesto, refuerzo, etc.
20. Fecha de inspección: Diversa.
21. Edad de la obra en el momento de la inspección: Mínimo 2 años o 5.
22. Referencia: Clave numérica.

Para (Calavera, 2005, pág. 360) en el libro denominado "Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado" en España, exudación se debe al ascenso del agua creando una superficie en el concreto débil, delgada y porosa no tiene resistencia no es durable en el tiempo.

Según (Calavera, 2005, pág. 372) en su libro, titulado: "Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado" en España, rehabilitación es la rehabilitación de una obra dañada de concreto armado, para cumplir con el límite que tenían estos componentes antes de que ocurriera el daño, con el objetivo final de restituir su capacidad.

Para (Paulo R, 1997, pág. 9) en su libro, titulado: "Manual para la Reparación, Refuerzo y Protección de las Estructuras de Concreto" en USA, el problema patológico, con la excepción poco

común, presentan expresiones externas características, de las cuales es posible concluir cual es la naturaleza, el lugar de inicio y los mecanismos de los fenómenos involucrados, y además de medir sus resultados posibles. Estas indicaciones, también llamadas lesiones, daños, fallas o manifestaciones patológicas, pueden representarse y caracterizarse, situando un primer hallazgo, punto por punto y percepciones visuales experimentadas. En este manual, se exhibe una guía para la búsqueda y el ajuste de problemas, que muestra la comparación de la indicación típica. Los efectos más ampliamente reconocidos, con una mayor frecuencia en el concreto están las grietas y fisuras, el salitre, manchas en el concreto, presencia de corrosión, las aberturas superficiales o huecos dejados por el colado.

El objetivo de esta parte es demostrar la importancia de evaluar la dureza de las edificaciones comunes y las ideas generales para aplicar el método de reconocimiento, tratamiento y anticipación de patologías. Las ideas incluidas son durabilidad y patologías estructurales (Paulo R, 1997, pág. 15).

2.2. Investigaciones antecedentes relacionadas con el tema

Para (Pineda, Alvarado, & Canales, 1994, pág. 172) en su libro, titulada: “metodología de la investigación”, en USA, caracteriza los antecedentes de la indagación como “los descubrimientos y estudios realizados sobre el tema, con el objetivo final de adquirir una información más destacada sobre el tema”.

(Nader E Martelo, 2007) en su tesis de ingeniería de la Universidad Alejandro De Humboldt, titulada: “patología estructural que presentan las losas de entrepisos, vigas y juntas de dilatación de los tres niveles y rampa del estacionamiento de la torre ACO; análisis, causas y soluciones”, en Venezuela, elaboro un estudio de grado muy profundo en el tema de patologías en varias zonas de una torre, diagnosticando que bajo una rutina de control de calidad es posible proponer respuestas individuales para esta investigación.

Este trabajo hace un estudio patológico en el que proporciona datos que ha sido imprescindible en el mejoramiento en los objetivos y bases teóricas para su vínculo existente. El estudio demuestra que las estructuras necesitan diseños de mantenimiento, ya que adquieren debilitamiento dinámico, lo que hace que los tipos de patologías tengan una solución con mayor costo y en varios casos es recomendable su demolición por lo complicado de su reparación.



(Suárez Eduardo, 2012) en su tesis de ingeniería de la Escola Técnica Superior D'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, titulada: “Propuestas Metodológicas Para La Caracterización De Testigos De Presas Con Problemas Expansivos” –Barcelona, en España, contempla estudios sobre daños debido a los extensos procedimientos que se crean en el concreto. Las cargas pesadas en puntos de la presa observados, originan respuesta sulfática interna causada por la oxidación de los sulfuros de hierro presentes en el árido usado. No obstante, las recreaciones numéricas del comportamiento de la represa muestran que puede haber un segundo elemento expansivo que presenta el daño. Teniendo en cuenta los objetivos de este estudio se hace un enfoque que se complete como una propuesta general para la representación de represas y además decidir las repuestas que realmente contribuyen al procedimiento expansivo. Por este conocimiento, el examen visual se realiza al principio en las zonas críticas en la represa desde los daños vistos.

Para (Gonzales Omar, 2008) en su libro denominado “Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional - Unidad Oaxaca”. Realiza una investigación de tesis para optar el grado de magíster en Ciencias; “Influencia del agrietamiento del concreto en la corrosión del acero de refuerzo”.

Esta investigación, evalúa el dominio del agrietamiento en el concreto y la presencia de corrosión en dicho proyecto estructural; por este conocimiento, se examina el impacto que tienen los anchos de la fallas del concreto y en la presencia de corrosión del acero de refuerzo, que se manifiesta en la zona marina. Los efectos muestran, que las condiciones observadas, entre las fisuras y grietas aun no afecta al acero de refuerzo, sin embargo, la presencia de agrietamiento si influye, esencialmente en el cemento con bajas proporciones a/c. Esta exploración proporciona los modos por los cuales la erosión ocurre en el acero de refuerzo (C805/C805 ASTM, 2013).

Según (Parra & Vásquez, 2014) en su investigación de ingeniería de la Universidad de Cuenca, Ecuador, titulada: “patología, diagnóstico y propuesta de rehabilitación de la vivienda de la familia Bermeo Alarcón”, en Ecuador, ejecutan un trabajo de grado cuyo objeto es desarrollar una patología en un hogar que es sometido a una restauración, debido al daño y las enfermedades que presenta. Se tiene como propósito estudiar las patologías en una vivienda, debido a los diversos daños y enfermedades que se encuentra dicha vivienda. Los materiales que dispone el edificio son en su mayor parte concreto, madera y ladrillo. La rehabilitación de las estructuras requiere diversas técnicas constructivas y materiales tales como: aditivos, concreto,



pinturas epóxicas, fibras de carbono. La respuesta apropiada es realizar un informe patológico y luego completar la recuperación de la vivienda.

Para (Díaz, 2014, págs. 10-11) en su tesis de ingeniería, titulada: “Protocolo para los Estudios de Patología de la Construcción en Edificaciones de Concreto Reforzado en Colombia”, en Colombia, llama la atención sobre el abandono de unificación de razonamientos en las investigaciones de patología del desarrollo en Colombia para la investigación del daño en estructuras de concreto. En este contexto, el objetivo principal es la mejora de lineamientos para exámenes de patología en desarrollo que produzca un hallazgo decisivo de concreto reforzado. Con este fin, se planifica una metodología del procedimiento, a través de cinco periodos de investigación: la etapa principal incorpora en la investigación de fuentes y bibliográficas, la segunda etapa la recopila información a través de la ejecución del Procedimiento DELPHI y la Matriz de Vester, la tercera etapa la sistematización y el examen, la cuarta etapa actualiza la técnica afirmada en la manera de exploración con las aplicaciones sólidas del estudio patológico en las construcciones de media altura.

Para (Rodríguez Norman, 2011) en su tesis de ingeniería, titulada: “determinación y evaluación de las patologías en muros de albañilería de instituciones educativas sector oeste de Piura, distrito, provincia y departamento de Piura: febrero 2011”, en Perú, segmento del distrito de Piura, se encuentra que la patología que predomina es la presencia del salitre en dimensión moderada en las instituciones educativas: I.E La Alborada, Jorge Basadre y la Francisco Cruz. Del resultado del tipo de suelo donde se descubren las estructuras se deduce al costo de reparación ocasionados por los desastres naturales o sismos que afecte al proyecto, por lo general es menor el costo de reparación y reforzamiento de la estructura.

(Huaman John, 2015) en su tesis para optar el grado de Ingeniero de la Universidad San Cristóbal De Huamanga, titulada: “Determinación Y Evaluación De Las Patologías En Albañilería Confinada Del Cerco Perimétrico de La Residencia Y Programa de Pastos de La Universidad San Cristóbal de Huamanga, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho”, en Perú, indica que de la investigación de los diversos componentes y regiones comprometidas presentan distintas características de patologías, en tasas y mediciones con un objetivo de estudiar el actual estado de (Nivel de Severidad) y las condiciones de servicio.

2.3.1. Población

Según (Arias, 2006, pág. 81) "la población, o en términos más exacto población objetiva, es el conjunto o elemento finito – infinito con características comunes en dicha investigación.

En su conjunto es una delimitación de los problemas y objetivos de esta investigación.

Según (Arias, 2006, pág. 81) "la muestra se extrae de la población accesible".

La zona estudiada es la intersección de los tramos Avenidas Javier Prado- Avenida Canadá, una superficie 1820.97 m² es la parte central del zanjón se ubica parte del sistema vial de transporte metropolitano de Lima.

Las zonas evaluadas son las siguientes:

1. Avenida Javier Prado está conformada por 16 muestras
2. Avenida Canadá está conformada por 16 muestras

*se toman 16 muestras de las respectivas avenidas, en cada intersecciones de la Avenida Javier Prado - Canadá.

La zona estudiada de los muros estructurales se halla con daño moderado, debemos prolongar su vida útil, se verifico daños en los tramos de la Avenida Javier Prado en la vía expresa del Paseo de la República.

2.3.2. Muestra

La muestra del presente estudio, es en la Avenida Paseo de la República (vía expresa) en la intersección de los tramos Avenidas Javier Prado- Avenida Canadá. Es la zona donde se representan las actividades adquiridas, por ejemplo, agrupación, inscripción, clasificación.

Tabla 1. Tabla de muestra (ensayo de esclerómetro)

Muros de la intersección Avenida Javier Prado con Avenida Paseo de la República						
Nº	Elemento	Longitud de afectación de patologías*	Zona	Coordenadas UTM		
				E	N	
1	M1	5.84 m	18 L	279821	8662698	
2	M2	4.97 m	18 L	279806	8662720	
3	M3	3.57 m	18 L	279754	8662796	
4	M4	4.05 m	18 L	279702	8662873	
5	M5	2.03 m	18 L	279684	8662906	
6	M6	3.60 m	18 L	279668	8662943	
7	M7	4.23 m	18 L	279644	8663008	
8	M8	1.50 m	18 L	279579	8663161	
9	M9	3.00 m	18 L	279449	8663504	
10	M10	2.50 m	18 L	279386	8663494	
11	M11	2.00 m	18 L	279462	8663461	
12	M12	1.50 m	18 L	279434	8663525	
13	M13	2.03 m	18 L	279425	8663544	
14	M14	2.50 m	18 L	279409	8663593	
15	M15	2.80 m	18 L	279364	8663586	
16	M16	1.50 m	18 L	279406	8663593	

*longitud de afectación de los agentes patológicos.

Fuente: elaboración propia (2018)

Además, se realizó la toma fotográfica, con coordenadas UTM.

Tabla 2. *Tabla de muestra (fotografías)*

Muros de la intersección Avenida Canadá con Avenida Paseo de la República					
N°	Elemento	Longitud de afectación de patologías*	Zona	Coordenadas UTM	
				E	N
1	M1	5.84 m	18 L	279821	8662698
2	M2	4.97 m	18 L	279806	8662720
3	M3	3.57 m	18 L	279754	8662796
4	M4	4.05 m	18 L	279702	8662873
5	M5	2.03 m	18 L	279684	8662906
6	M6	3.60 m	18 L	279668	8662943
7	M7	4.23 m	18 L	279644	8663008
8	M8	1.50 m	18 L	279579	8663161
9	M9	3.00 m	18 L	279449	8663504
10	M10	2.50 m	18 L	279386	8663494
11	M11	2.00 m	18 L	279462	8663461
12	M12	1.50 m	18 L	279434	8663525
13	M13	2.03 m	18 L	279425	8663544
14	M14	2.50 m	18 L	279409	8663593
15	M15	2.80 m	18 L	279364	8663586
16	M16	1.50 m	18 L	279406	8663593

Fuente: elaboración propia (2018)

2.4. Método

Según (C805/C805 ASTM, 2013) es un fenómeno que postula la hipótesis y su comprobación mediante el estudio. Está sometido a una revisión y modificación, que representa de manera eficiente cualquier anomalía o circunstancia en la que se produce daños en la estructura mencionada anteriormente, expuesta a la investigación que evalúa la vulnerabilidad de la estructura de la (vía expresa) Avenida "Paseo de la República en la intersección" de los tramos Avenidas Javier Prado- Avenida Canadá provincia de Lima; (IDECPERÚ, 2012). La recopilación de información se adquiere a través de una progresión de pruebas para examinar dicha resistencia del concreto y observar la afectación a los muros, así como a través del avance del estudio permanente como lo indican todos los resultados de las pruebas, que analiza, pronostica y realiza las soluciones presentes del problema.

Los formularios de prueba se utilizan para acumular la información recopilada por las pruebas según los ensayos que se efectúan y la inspección in situ, mediciones esclerométricas, de carbonatación (C805/C805 ASTM, 2013).

Los pasos que se establece para la recolección de indagación de la prueba del esclerómetro se realiza haciendo estimaciones en el lugar de la investigación, anotando los datos de dicha evaluación del concreto estructural, permite conocer la uniformidad del hormigón, segundo realizamos la prueba de carbonatación esta consiste en una solución de fenolftaleína 1% se aplicara en el concreto a ensayar, cuando sospechamos u observamos una pigmentación eflorescente (IMCYC, 2009, págs. 68-71).

Método de Juan Monjo.

Para (Juan, 1997, pág. 20) constituye que la investigación patológica es "el estudio profundo del proceso patológico con el objeto de conseguir los cumplimientos que accede proceder a la reparación consiguiente" este método atraviesa por cuatro etapas que consisten en:

Información de campo:

- Descubrir las lesiones de la estructura
- Identificar las lesiones en la estructura
- Clasificar los procesos y lesiones

Anotación de datos:

- Identidad de las lesiones
- Productivos, referentes a los elementos perturbados por las lesiones.

- Ambientales, según la situación de la edificación y la zona de la lesión en él.

Estudio del Proceso y el Diagnóstico:

- Causas, que originan el proceso, diferenciando en las directas e indirectas
- Marcha del proceso patológico
- Etapa existente, que debe acumular el entorno de la causa, su posible validez o su desvanecimiento

Proposición de actuación:

- Propuestas de reparación: sus causas y efectos.
- Propuestas de mantenimiento

2.5. Resultados

Se plantea como área de la investigación de la Avenida Paseo de la República (vía expresa) en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado – Avenida Canadá, para así realizar la evaluación de las patologías presentes en los distintos niveles; tal es así, que se elabora un instrumento que viene a ser una ficha de inspección que en su estructura contiene datos generales del muro de concreto, datos técnicos, características de las patologías y finalmente el registro en sí de la patología. (Juan, 1997) Ya validado dicho instrumento, se pasan a las inspecciones técnicas; para así recolectar y hacer el llenado de las fichas de inspección. Una vez registradas las patologías, se procesan a través del software Excel; en las tablas de Excel detallamos las veces que se presenta los diferentes tipos patológicos y por nivel de severidad; para llegar a conseguir las deducciones en base a los objetivos ya planteados (Diaz, 2014).

2.6. Discusión de resultados

Cuadro de lesiones de severidad en la patología.

Tabla 3 Ficha de nivel de severidad de las patologías

Lesiones	Nivel de Severidad					
	Leve		Moderado		Severo	
Físicas	Características	% de área afectada	Características	% de área afectada	Características	% de área afectada
Sedimentación de sólidos	Pequeñas partículas de sólidos	%A < 30%	Cantidades considerables de partículas de sólido	$30\% \leq \%A \leq 70\%$	Acumulación de gruesas capas de partículas en la superficie del elemento.	A% > 70%
Erosión	Afecta al elemento de una forma mínima.	%A < 20%	Afecta al elemento de una forma muy regular a lo largo de su extensión.	$20\% \leq \%A \leq 60\%$	Afecta al elemento de una forma muy crítica en su extensión de área	A% > 60%
Mecánicas	Características	% de área afectada	Características	% de área afectada	Características	% de área afectada
Fisuras	Mínima afectación de fisuras en el elemento	A% < 20%	Afectación de fisuras de carácter regular en el elemento	$20\% \leq \%A \leq 50\%$	Máxima afectación de fisuras en la superficie del elemento	A% > 50%
Grietas	Mínima afectación de grietas en el elemento	A% < 20%	Afectación de fisuras de carácter regular en el elemento	$20\% \leq \%A \leq 50\%$	Máxima afectación de grietas en la superficie del elemento	A% > 50%
Desprendimiento	Área Afectada menos de un 25% del área total de la Muestra	A% < 25%	área Afectada entre 25% y el 60% del área total de la Muestra	$25\% \leq \%A \leq 60\%$	Área Afectada mayor a 60% del área total de la Muestra	A% > 60%
Químicas	Características	% de área afectada	Características	% de área afectada	Características	% de área afectada
Corrosión del acero	Mínima afectación	%A < 30%	Cantidades considerables	$30\% \leq \%A \leq 70\%$	Área afectada mayor a 70%	A% > 70%
Ataque de sulfatos	Área afectada por eflorescencia	%A < 20%	Afecta al elemento de una forma muy regular a lo largo de su extensión.	$20\% \leq \%A \leq 60\%$	Área afectada mayor a 60%	A% > 60%
Biológicas	Características	% de área afectada	Características	% de área afectada	Características	% de área afectada
Vegetación	Aparición de elementos orgánicos y pequeñas manchas de color verde y negros.	A% < 25%	Humedad y aparición de sales afectando la integridad del elemento.	$25\% \leq \%A \leq 60\%$	Exceso de Humedad con musgos y cristalización de sales severas, dando lugar a la desintegración del elemento produciendo daños en el elemento.	A% > 60%

Fuente: Rivas, Morales, (2018).



2.7. Conclusiones

Las conclusiones que presenta el siguiente estudio patológico externo e interno, son propias de agentes diversos tales como físicos, mecánicos, químicos y biológicos. Se elaboran los siguientes ensayos de carbonatación y esclerómetro. Luego se procede a realizar un plan de recomendaciones tanto para la reparación como el mantenimiento del muro estructural de la zona de estudio de la Avenida Paseo de la República en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado – Avenida Canadá.

2.8. Estructura Teórica

2.8.1. Durabilidad del concreto

El concreto será capaz de resistir a la superficie, acción de agentes químicos y desgaste, estará sujeto en la carga de servicio (Paulo R, 1997, pág. 33). Podemos agregar valor a la resistencia del concreto aumentando su impermeabilidad incluyendo 2 a 6% de aire incorporado o aplicando un epóxico protector en la superficie. El cemento portland tipo V logra proteger de los ataques de los sulfatos (Enrique Pasquel, 1998).

Para (Enrique Pasquel, 1998) las estructuras de concreto tienen un comportamiento débil, esto sucede por las especificaciones técnicas mal elaboradas o falta de información de las mismas, es muy común copiar y pegar información debemos de subsanar ya que cada construcción es diferente. Ningún concreto es durable en el tiempo, el mayor daños son por las diversas condiciones adversas presentado en el concreto (Diaz, 2014).

La edificación fue diseñada para cumplir con las características de resistencia, desempeño, utilidad, a través de ello prolonga su vida útil de la estructura.

La durabilidad del concreto, obedece a los siguientes términos:

Análisis estructural: diseño y cálculo de una estructura, se verifica según (NTP, 2013) Norma Técnica Peruana que cumpla con la resistencia, cargas y diseño.



Materiales: cemento Portland, aditivos, acero, productos epóxicos de protección (poliméricos y epóxicos) que tienen certificación ISO (NTP, 2013).

Construcción: personal calificado según la cuadrilla, cumplimiento del curado del concreto o uso de aditivos, tener un control de calidad antes y durante del proyecto (NTP, 2013).

Operación: llevar un control de obra, hacer uso de las herramientas de software que tenemos en el mundo laboral (NTP, 2013).

En toda construcción se considera el cambio climático, este proceso es debido a los agentes externos e internos (Oré, 2014). En el Perú hay diversos cambios atmosféricos que se tomara en cuenta.

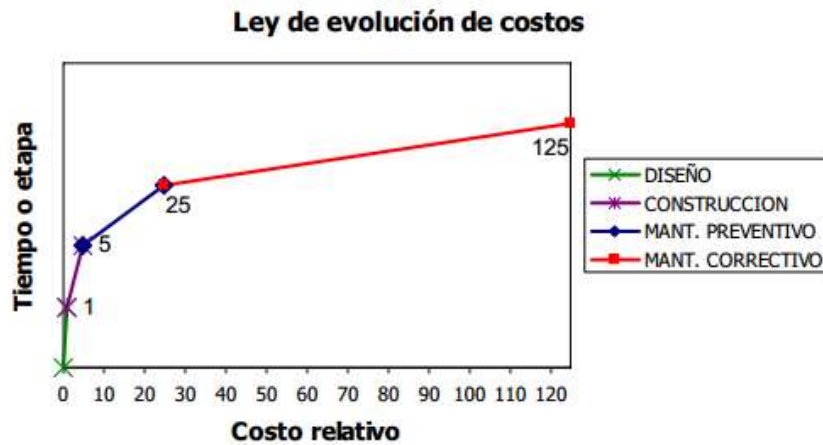
En el deterioro del concreto influye algunos factores que resta su durabilidad de la estructura: ambientes industriales, abrasión, presencia de corrosión, presión.

Por ausencia de un adecuado mantenimiento, el daño en la estructura avanza al grado que la edificación se vuelve inhabitable. Igualmente, realizar un plan de rehabilitación de la edificación, esto genera un alto costo; si ejecutamos los resanes en la concepción del diseño resulta un ahorro más aceptable.

Según (Monteiro & Mehta, 1993, pág. 420) denomina que en países desarrollados que un 40% por ciento se emplea en un plan de rehabilitación, los expedientes técnicos de dichos países lo amerita y es obligatorio.

Para denominar el costo de reparación de la edificación estructural, (en el Grafico 1). Se muestra la Ley de Sitter (Ley de costos), se asumirá un costo relativo en las unidades de medida que se considera en el proceso de diseño y planificación de un proyecto. El análisis genera un impacto en el costo, el costo relativo será de 25 veces en la prevención; mientras que el costo correctivo de mantenimiento será de 125 veces al costo de diseño.

Gráfico 1. Ley de evolución de costos (Ley de sitter)



Fuente: Helene (2003).

El (ACI-201, 1992) en los Estados Unidos cuenta con una representación de 10 profesionales del estudio del concreto, especialmente estudian y analizan la durabilidad en el concreto, la materia trascendental son: 201 Durable Concrete, 364 Evaluation of concrete Structures, 365 Prediction of service life and 546 Concrete Repair (Monteiro & Mehta, 1993). La academia cuenta con el Instituto Internacional de Reparación de Concreto (ICRI).

Para (FIB, 1988) se encuentra en Europa cuenta con una representación de 5 doctores en la federación internacional del concreto, estudian en 5 términos al concreto; vida de servicio en la construcción, evaluación y mantenimiento; tiempo de vida, los aspectos del cemento y tiempo de servicio de diseño. La academia cuenta con el respaldo de (RILEM) la academia técnica Internacional de laboratorios y materiales de construcción.

En Latinoamérica, se cuenta con el respaldo en los países de Colombia, Argentina y Brasil. Se ha llevado estudios y pruebas aplicadas a la durabilidad del concreto, en sus artículos científicos de dichos países recomiendan una adecuada planificación en el diseño y las diversas condiciones climáticas en la construcción.

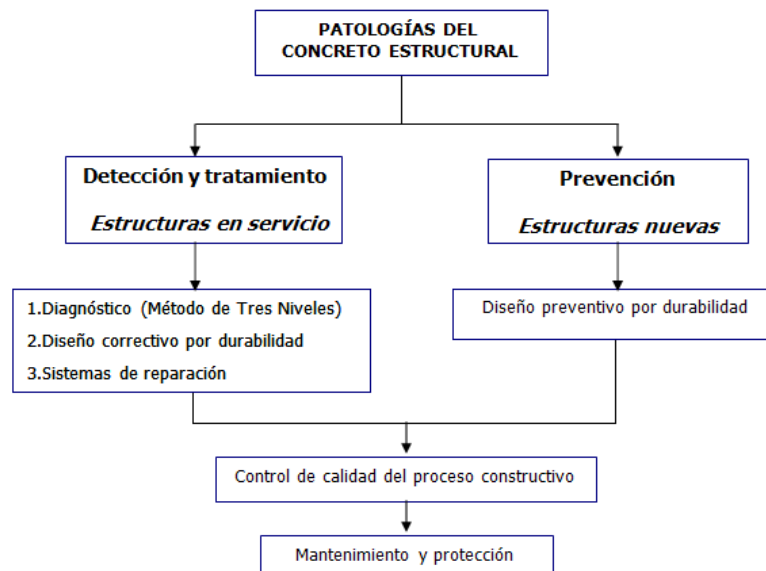
2.8.2. La Patología Estructural

Según (Helene & Pereira, 2003, pág. 80) denomina que es una patología forense que su función es de tratar, localizar y prevenir futuros daños que se presenta en la estructura.

El diagnostico se inicia en las causas posibles y el deterioro, asimismo se ejecuta un diseño de reparación que deberá cumplir con los procesos de durabilidad y rehabilitación, control de calidad y un adecuado mantenimiento.

Algunas recomendaciones y especificaciones, en la patología estructural es el diseño preventivo que se deberá tomar en énfasis en la durabilidad, control de calidad en cada etapa del proceso constructivo y adecuar a un mantenimiento preventivo de dicho proyecto.

Figura 1. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural



Fuente: elaboración propia (2018).

2.9. Patologías del concreto estructural

2.9.1. Clasificación de patologías en el sistema estructural

Tenemos lo siguiente, según la figura 2.

Figura 2. Patologías en sistemas de concreto estructural



Fuente: elaboración propia.

2.9.1.1. Patologías durante el diseño

Según (Helene & Pereira, 2003, pág. 201), En el diseño de diversas estructuras, se consideran condiciones mecánicas de resistencia y ambientales, propias del área de cada proyecto.

A la fecha, debido al constante análisis de mejora en las normas técnicas peruanas y otros aportes fundamentales, el comportamiento estructural en las

edificaciones es óptimo, ya que los materiales y los cálculos estructurales cumplen con las certificaciones de calidad. Asimismo, se presentan casos en las edificaciones que son vulnerables por causas de durabilidad del concreto (Babe, 1986).

Entre las importantes razones por las que las patologías comienzan en la estructura se encuentran las siguientes:

- Toma en consideración la condición ambiental y de servicio que soportara la estructura.
- La resistencia del concreto es baja a la tensión, esto causa fisuras o grietas en la superficie del elemento estructural, esto es indispensable que todo elemento cuente con acero de refuerzo; se diseñara con juntas de dilatación, contracción en todo proyecto (Babe, 1986).
- Se elimina el sistema de drenaje, esto disminuye la humedad en la superficie del proyecto.
- En la elaboración de los expedientes técnicos, se indica las características y el uso de cada material, el cálculo de resistencia de cada proceso constructivo como indica en las normas técnicas peruanas (NTP, 2013).
- Ejecutar un tipo de mezcla del concreto con las indicaciones de la norma (ACI 318, 2005).
- Con una mala distribución del acero de refuerzo, planos con errores en su distribución; esto genera deformaciones en la edificación (Babe, 1986).

2.9.1.2. Patologías en la construcción

Todo proyecto cumplirá con las especificaciones técnicas elaboradas por profesionales competentes. Con las nuevas tecnologías de construcción podemos ejecutar óptimos proyectos constructivos, que mejora en su control de calidad (Helene & Pereira, 2003).

Además, en la industria de la construcción constantemente está en capacitaciones, la mano de obra es el vital recurso pero está propenso a errores como cualquier labor (Helene & Pereira, 2003).

Se producen patologías en la construcción y se localizan las siguientes:

- Una mala mezcla de concreto: agua contaminada, concreto y aditivos sin antes leer las especificaciones técnicas.
- Mal control de calidad en el proceso del diseño de mezcla.
- No usar una verificación adecuada en las pruebas de resistencia de los cilindros.
- Inadecuadas prácticas en los ensayos del hormigon estructural.
- Construir erróneamente (juntas de contracción).
- Excluir los deberes del curado en el concreto.
- Mala inspección de campo en el acero de refuerzo.
- Mala supervisión en la cuadrilla de encofrados (retiro/ colocación)
- Inadecuada colocación del acero de refuerzo en obra, no respetar las especificaciones del plano estructural.
- Error al leer los planos del proyecto de las diferentes especialidades.
- Vibración ineficiente en el vaciado del hormigon, verificar las especificaciones planteadas en obra.
- No respetar el curado del concreto en los plazos pertinentes.
- Picar los elementos para diseñar el sistema de tuberías electromecánicas.

2.9.1.3. Patologías durante la etapa de ejecución

Para (Babe, 1986, pág. 35), la vida útil de una edificación, depende del proceso constructivo en la etapa de ejecución del proyecto. Respetando las normas técnicas y supervisión en campo del diseño y buenos materiales se determina las condiciones adecuadas al construir (Helene & Pereira, 2003).

Las patologías generadas durante la etapa de ejecución son:

- Cambios en la estructura: cambios en los impactos en las cargas de servicio sin control; por otro lado, se observan cambios en exposición de los elementos o ambientales. Tales cambios son provocados por la acciones del usuario.
- Catástrofes naturales: son los desastres naturales (sismos, huracanes, etc.)

- Falta de mantenimiento: el mantenimiento conserva la edificación del deterioro.

2.10. Clasificación de las patologías según el origen del agente causante

Para (Helene & Pereira, 2003, pág. 195), en su libro denominado "Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón. Reparación, refuerzo y protección. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo", México, el agente patológico que debilita al concreto en la superficie son físico, mecánico, químico y biológico. El medio ambiente causa un deterioro en los poros del concreto, esto depende de su permeabilidad del elemento (Helene & Pereira, 2003).

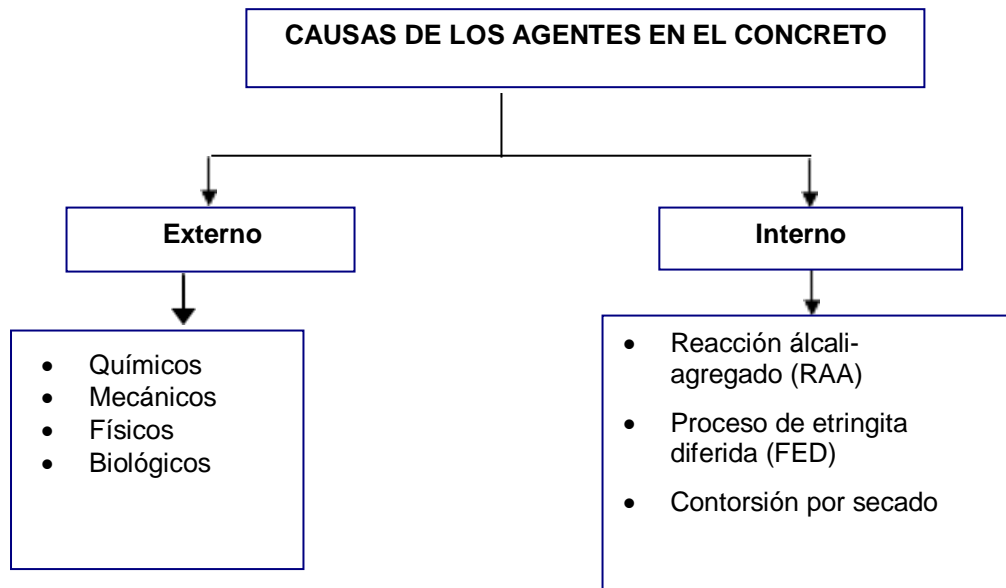
Los factores climáticos que ataca a la superficie estructural es la humedad, los cambios de temperaturas del medio ambiente.

Las sustancias producidas por los ataques químicos y biológicos, son en estado líquido o gaseoso. En caso de deterioro del caso físico y mecánico, los efectos pueden ser cambios por humedad, sobrecarga e impactos.

Esto depende del microclima, el agua de lluvias (inmersión), el aire húmedo, ocasionan a la superficie del hormigón microporos, que con el tiempo se muestra las fisuras.

Son obtenidos por los agentes externos e internos. En la figura 3. Se clasifican las patologías.

Figura 3. Origen del agente causante de patologías en concreto.



Fuente: Agente causante de patología – elaboración propia.

2.11. Conocimientos básicos

2.11.1. Agentes Externos

A. Físicos

Según (Chaves, 2001), los agentes físicos que dañan al concreto estructural, son las condiciones ambientales de temperatura, esto se manifiesta en la superficie como fisuras (peso unitario, porosidad, permeabilidad) o agrietamientos ataca a la resistencia del concreto.

Presencia de humedad y suciedad

Se generan porque presenta humedad y suciedad en el entorno, asumen la característica que atraviesa la pasta del cemento y no al agregado.



En las estructuras que se encuentran con el contacto del agua, principalmente en obras hidráulicas, como pilotes o puentes, embalses, presas; se muestra en tres partes del deterioro:

1. Área del concreto donde no se encuentra expuesta con agua, sufre por daños de Sustancias agresivas (ácidos, sales, microorganismos).
2. Área del concreto donde causa cambio de nivel de agua, se genera acciones de microfisuramiento producidos por la humedad del elemento estructural.
3. Área del concreto donde se encuentra sumergida en el agua, esto puede variar de acuerdo a las características químicas del agua, puede causar porosidad y permeabilidad.

En la figura 4. Se muestra el deterioro generado por el cambio climático (humedad).

Figura 4. Deterioro generado por el cambio climático (humedad)



Fuente: Adaptado de Emmons (1993).

Erosión

Para (Sánchez de gúzman, 2002, pág. 45) en su informe denominado “Durabilidad y patología del concreto”, Colombia, es la pérdida del elemento de forma superficial, causado por acciones de dos tipos de causa: abrasión y cavitación, también se presenta en pavimentos del concreto estructural.

Es causado en diversas estructuras de concreto armado, donde en dicha zona se encuentra contacto de humedad, cuya forma no está correctamente estudiada. Cuando la corriente de H₂O encuentra un cambio geométrico en el diseño del concreto, iniciando una baja presión en dicha zona de estudio (Sánchez de gúzman, 2002, pág. 47). La presión estática disminuye a la presión del vapor, se forma en la zona burbujas esto se condensa y estalla, provocando roturas superficiales de cierta amplitud.

- Dilatación y contracción por cambios cotidianos de temperatura:

El hormigon estructural es un material que se dilata a temperaturas mayores, esto es frecuente en zonas donde la temperatura es mayor a 35°C (Rojas, 2009). El concreto se contrae cuando la temperatura disminuye, presentando un efecto indebido en el elemento estructural, a temperaturas menores de 25°C (Sánchez de gúzman, 2002, pág. 47).

Si en la superficie del concreto sufre distorsión, se presentara como una forma curvada que sufre la losa esto se llama "fenómeno de alabeo", los bordes del elemento estructural son deformes generan esfuerzos de tensión por las altas temperaturas y cuando disminuye presenta compresión (Sánchez de gúzman, 2002, pág. 48). Esta anomalía se presenta en un mal curado del hormigon y en un secado rápido, observamos en los muros estructurales, pavimentos y pisos donde se agrietan por tracción (Sánchez de gúzman, 2002, pág. 51.).

Sedimentación de solidos

Se origina en la colocación de sólidos en suspensión de la parte inferior de la superficie de la zona, se debe a diferentes factores climáticos, según sean los sólidos de la zona estudiada (Morales Rivaa, 2018).

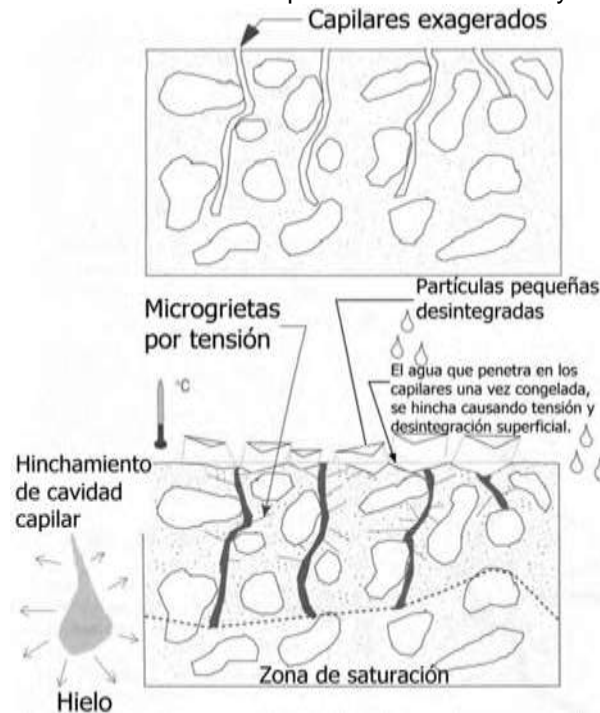
Etapas de hielo y deshielo:

Se origina en zonas de alturas y por el efecto de altitud, en las industrias de conservas de alimentos o en los lugares donde la temperatura es bajo 0°. Estos ambientes causan al hormigon diversas agresiones en la superficie (Morales Rivaa, 2018).

Cuando la saturación es mayor a 85% y la temperatura alta, el concreto falla presentando agrietamientos internos o externos y delaminación en toda superficie del elemento estructural; los esfuerzos de tracción que provoca en la pasta del agregado aumenta su volumen en 9% por hielo incorporado en los poros del concreto (Juan, 1997). En la siguiente figura 5. Se observa el deterioro causado por los daños de hielo y deshielo

Para (Sánchez de gúzman, 2002) denomina en su informe "Durabilidad y patología del concreto", Colombia, la desintegración del concreto es generado por los agregados gruesos, esto genera cambios de volumen internos por el paso del agua e induce porosidad y absorción.

Figura 5. Deterioro causado por los daños de hielo y deshielo




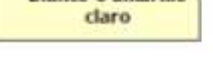
Fuente: Adaptada de Emmons (1993).

Ataque por fuego:

El fuego genera a la estructura de concreto daño en la acentuación en los poros por el microfisuramiento y la descarbonatación, el concreto tiene una resistencia mecánica que disminuye al deterioro presentado (Díaz, 2014).

Según (Sánchez de gúzman, 2002) en su informe denominado “Durabilidad y patología del concreto”, Colombia, en los accidentes por fuego por temperaturas mayores a 300°C, producen una resistencia menor en los elementos del concreto. Asimismo, cuando se aplica rápidamente agua por los bomberos, genera humedad excesiva, provocando el agrietamiento y los descascaramientos superficiales.

Figura 6. Esquema temperatura, color y daño en el concreto por incendio.

RANGO TEMPERATURA (°C)	COLORACIÓN SUPERFICIAL	DAÑO
0 – 300	Gris natural 	Calcinación incipiente: Microfisuras y mapeo superficial
300 – 600	Rosado 	Calcinación superficial: Fisuración térmica por alabeo y descarbonatación superficial
600 – 900	Gris claro 	Calcinación avanzada: Descarbonatación profunda y pérdidas de masa por descascaramiento
> 900	Blanco o amarillo claro 	Calcinación muy avanzada: Descarbonatación avanzada y pérdida de masa

Fuente: Adaptado de Sánchez de Guzmán (2002).

B. Mecánicos

Para (Helene & Pereira, 2003), en su libro denomina “Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón. Reparación, refuerzo y protección. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo”, México, Corresponden a deformaciones, sobrecargas, vibraciones o impactos, que no se observó en la etapa de diseño. Ocurren cambios en la edificación, un evento o calamidad.

El concreto tiene una resistencia de baja tensión y alta a la compresión, los esfuerzos en la tensión son causados por la cortante, la flexión y la torsión; esto forma al elemento estructural (Sánchez de Guzmán, 2002). En la actualidad se ha ampliado tecnologías tales como concreto micro reforzado con fibras tales como metálicas o polipropileno, además detenemos las grietas en las superficies de los esfuerzos de tensión en el hormigón en su estado plastificado y endurecido (Helene & Pereira, 2003).

a) Sobrecargas en el elemento

Por la inducción de diversos eventos inesperados en la operación de sobrecarga,



en el diseño del concreto (Helene & Pereira, 2003). Esto ocurre por diversos factores como: el deslizamiento, explosión, los vientos, desastres naturales (sismo e inundaciones); se genera deficiencias estructurales que se manifiesta por diversos factores (Helene & Pereira, 2003).

Presencia de fisuras

Se generan porque presenta humedad en el entorno, asumen la característica que atraviesa la pasta del cemento y no al agregado.

En las estructuras que se encuentran con el contacto del agua, principalmente en obras hidráulicas, como pilotes o puentes, embalses, presas; se muestra en tres partes del deterioro:

4. Área del concreto donde no se encuentra expuesta con agua, sufre por daños de Sustancias agresivas (ácidos, sales, microorganismos).
5. Área del concreto donde causa cambio de nivel de agua, se genera acciones de microfisuramiento producidos por la humedad del elemento estructural.
6. Área del concreto donde se encuentra sumergida en el agua, esto puede variar de acuerdo a las características químicas del agua, puede causar porosidad y permeabilidad.

Fisuras por contracción térmica

Para (Sánchez de gúzman, 2002, pág. 45) en su informe denominado "Durabilidad y patología del concreto", Colombia, son generadas por una temperatura mayor o igual a 30-32°C, es sabido que el hormigon se expande y se contrae provocando fisuras de tamaños de 3 mm, debemos prevenir los daños con una adecuada planificación del diseño, se discute los siguientes parámetros:

- Dilatación y contracción por cambios cotidianos de temperatura:

El hormigon estructural es un material que se dilata a temperaturas mayores, esto es frecuente en zonas donde la temperatura es mayor a 35°C (Rojas, 2009). El concreto se contrae cuando la temperatura disminuye, presentando un efecto indebido en el elemento estructural, a temperaturas menores de 25°C (Sánchez de gúzman, 2002, pág. 47).

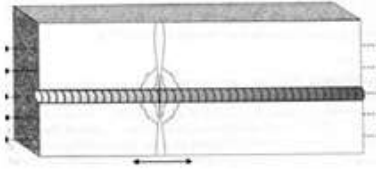
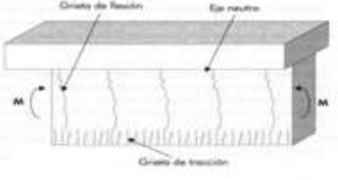
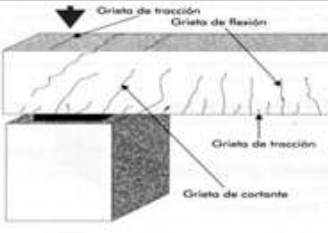
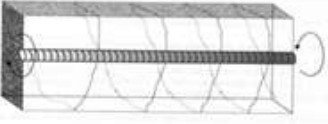
Si en la superficie del concreto sufre distorsión, se presentara como una forma curvada que sufre la losa esto se llama "fenómeno de alabeo", los bordes del elemento estructural son deformes generan esfuerzos de tensión por las altas temperaturas y cuando disminuye presenta compresión (Sánchez de gúzman, 2002, pág. 48). Esta anomalía se presenta en un mal curado del hormigon y en un secado rápido, observamos en los muros estructurales, pavimentos y pisos donde se agrietan por tracción (Sánchez de gúzman, 2002, pág. 51.).

- Grietas estructurales:

Se presentan grietas mayores a los 0.5 mm y son originadas en la deficiencia en el proceso constructivo, en los cálculos estructurales, las inadecuadas especificaciones técnicas.

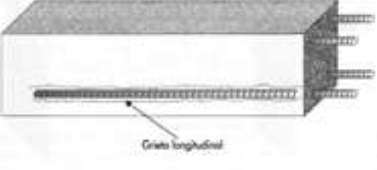
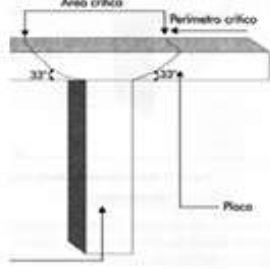
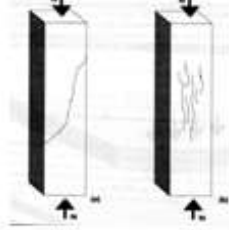
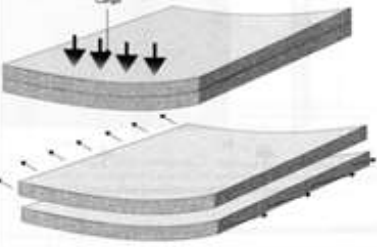
En la figura 7, se observa los tipos de grietas.

Figura 7. Tipo de Grieta Estructural

TIPO DE GRIETA ESTRUCTURAL	CARACTERÍSTICAS	ESQUEMA
TRACCIÓN PURA	El concreto resiste tracción por medio del acero de refuerzo, cuando las cargas sobrepasan la capacidad estructural de la sección disminuye la adherencia entre el acero y el concreto en una zona produciéndose grietas transversales.	
FLEXIÓN	Las grietas por flexión, son transversales y se extienden a partir de la cara en tensión hasta el eje neutro de la sección. Su causa principal son las precargas, sobrecargas y el insuficiente refuerzo de acero.	
CORTANTE	Aparecen inclinadas cerca de los apoyos o en los puntos de aplicación de cargas concentradas, el ángulo de las grietas es aproximadamente 45°, ya que son lugares de máximo cortante y mínimo momento. Son grietas que atraviesan toda la sección.	
TORSIÓN	Son grietas inclinadas que traspasan toda la sección en forma de espiral.	

Fuente: Adaptado de Sánchez de Guzmán (2002).

Figura 8. Tipo de Grieta Estructural

TIPO DE GRIETA ESTRUCTURAL	CARACTERÍSTICAS	ESQUEMA
LONGITUDINALES	Se forman alrededor del acero de refuerzo y se asocian a fenómenos de retracción plástica que producen una deficiente adherencia entre el acero y el concreto. Las grietas se producen cuando se dan esfuerzos de tensión en el acero principal.	
PUNZONAMIENTO	Son provocadas por esfuerzos altos originados por cargas soportadas en áreas pequeñas. La superficie de fractura es de forma de tronco de pirámide y es una falla frágil.	
COMPRESIÓN	Si se supera la capacidad de carga axial de un elemento columna se producen grietas paralelas a la dirección de la carga.	
CIZALLADURA	Se produce un deslizamiento por falta de adherencia o anclaje entre las diferentes capas de un elemento.	

Fuente: Adaptado de Sánchez de Guzmán (2002).

- Deflexiones excesivas:

Las excesivas deformaciones causadas por los movimientos imprevistos, se evidencia como asentamientos del terreno y por eventos inesperados como son los desastres naturales.

Si se observa movimientos diferentes en la edificación y ésta estructura no es apta de redistribuir las cargas inmediatamente, soporta fallas y ruptura en los elementos con mayor esbeltez y rigidez, tales como muros, y también en la planta de arquitectura (cielos rasos, ventanas y pisos).

b) Impactos y vibraciones

Según (Chaves, 2001, pág. 120) en su informe "Procedimientos para el estudio de patología del concreto. Informe final de proyecto de graduación", Costa Rica, denomina que con el transcurso del tiempo por el impacto y las vibraciones se producen las grietas.

Se considera los siguientes parámetros a utilizar, en el impacto del diseño estructural. El diseño de ampliación de cargas con los valores de un 25% y 33%. se considera los impactos de los parámetros del diseño estructural (Colet, 2016).

Los efectos de las cargas dinámicas, esto origina la frecuencia natural en la resonancia. El apoyo será equivalente a la repetición de una fuente vibrante (Colet, 2016). La frecuencia en la correlación del elemento estructural, será entre los valores comprendidos en 0,5 y 1,5 (Chaves, 2001, pág. 119).

Abrasión

Para (Chaves, 2001, pág. 121) denomina que en toda resistencia del concreto resiste la abrasión, es resistir el desgaste producto de la fricción, erosión y cavitación provocado por agentes externos.

En el pavimento del suelo, tenemos el desgaste por la fricción del alto tránsito de vehículos pesados y livianos, estos a su vez causa accidentes y raspaduras.

El deterioro en los proyectos hidráulicos, donde el flujo de agua es constante y de fuerza mayor, se encuentra desgaste en la superficie; el daño inicia en las partículas del concreto (Colet, 2016). La magnitud de la erosión, obedece de algunas características como son: mecánicas (velocidad), los átomos sólidos ("forma y dureza, cantidad, tamaño") (Chaves, 2001, pág. 120).

C. Químicos

Según (Sánchez de gúzman, 2002, pág. 60), en su informe científico denominado "Durabilidad y patología del concreto" del informe "Asociación Colombiana de Productores de Concreto", Colombia, los agentes químicos es un efecto de proporción de concreto endurecido, la dispersión de la pasta del cemento. Las soluciones agresivas y la pasta consiguen formar productos solubles o insolubles expansivos.

El PH es la reacción del agente químico, la pasta del concreto tiene disminución de la alcalinidad, reduce su desplazamiento del concreto, regula la presencia de corrosión en el acero de refuerzo, esto genera reacciones químicas internas en la corrosión(Sánchez de gúzman, 2002, pág. 65).

Las sustancias agresivas, trasladan fuentes contaminantes (microclimas o medio ambientes), a partir de una superficie y penetran también en el interior del concreto.

Los daños inducidos por reacciones químicas, se presentan tanto inmediatamente después de la unión, como largo plazo, dependerá de una concentrada solución, la velocidad del transporte, la exposición y los cambios climáticos.

Los agentes químicos que perjudican el concreto son: la presencia de corrosión, de ácidos, reacción de sulfatos y la carbonatación.

a) Presencia de corrosión en el acero de refuerzo

La corrosión ataca al acero de refuerzo, internamente está el oxígeno, se genera una membrana de óxido en el acero, la membrana es pasiva que detiene a la corrosión (Diaz, 2014).

Asimismo, el concreto (resistencia eléctrica) cubre al acero de refuerzo del ingreso de los agentes agresivos.

La presencia de corrosión del acero de refuerzo, es causada por falta de alcalinidad del concreto estructural, esto ocurre por sustancias agresivas que está expuesto a distintos cambios climáticos tales como los cloruros y los ácidos (Díaz, 2014).

La corrosión en las estructuras obedece a lo siguiente:

- La permeabilidad de recubrimiento: los poros del concreto es un fenómeno del proceso de corrosión, algunas sustancias como dióxido de carbono, oxígeno y los iones de cloruro, cuando ingresa el proceso de humedad acelera al acero a su deterioro (D Sánchez, 2002, pág. 185). Un concreto diseñado con relación A/C insuficiente, mal diseño de compactación, u mal diseño de mezcla, deficiencia en el curado y un secado anticipado por radiación solar, incrementan el fenómeno de corrosión; el alto índice en el concreto de los poros y la permeabilidad en la superficie del recubrimiento, dañan al elemento estructural la entrada de sustancias adversas (Díaz, 2014).
 - o Según (D Sánchez, 2002, pág. 200), en el libro denominado "tecnología del concreto y del mortero", Colombia, la segunda Ley de Fick será el espesor de recubrimiento, la raíz cuadrada del periodo de exposición es acorde a su pronta penetración del carbonato; los elementos se dividen en dos, el primero resiste oxidación del esfuerzo en el tiempo de una cuarta parte que el segundo elemento. (Ver ecuación 2).
- Según (D Sánchez, 2002, pág. 199), en el libro denominado "Tecnología del concreto y del mortero", Colombia, ingreso de los cloruros al hormigón: resultan de las aguas salinas del mar, deshielos de glaciares o iones con PH 9; generan deterioro y corrosión específica en el acero de refuerzo.

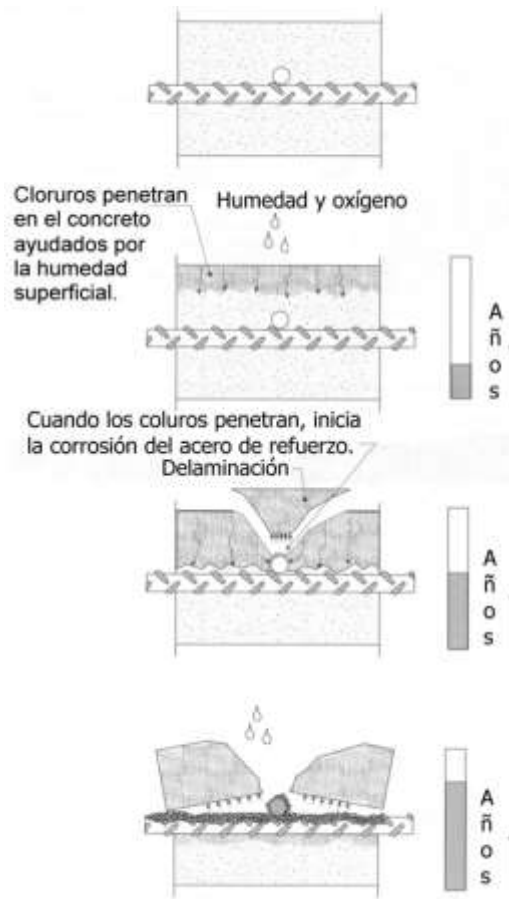
La corrosión electroquímica que ocurre dentro del concreto, es una reacción química donde se origina la transferencia de iones y elementos en un contorno acuoso (D Sánchez,



2002, pág. 200). Es un resultado electroquímico donde el acero se convierte en un óxido provocando diversos gases, en los cátodos habrá una disminución, donde la obstrucción del circuito será por el cátodo, ánodo y por los electrolito (Díaz, 2014).

La formación de hidróxido de hierro (Fe_2O_3) su concentración es de los iones Fe^{2+} y OH^- , esto se combina con la atmósfera que integrara el óxido (Díaz, 2014). Esto extenderá de 2 a 7 veces su tamaño original, dependerá el aumento de oxígeno que el óxido de hierro se expanda (D Sánchez, 2002, pág. 202). Las fisuras son producidas por el incremento de volumen en los esfuerzos radiales de tensión, esto causa un efecto de disminución en la adherencia del concreto estructural y el esfuerzo, asimismo esto genera una pérdida de gran dimensión en el contenido mecánico del elemento estructural (Díaz, 2014). En la siguiente figura 9 observaremos los daños del deterioro que presenta corrosión.

Figura 9. Representaciones del deterioro por presencia de corrosión



Fuente: Adaptado por Emmons (1993).

Dentro del concreto Antecede diferentes clases de corrosión electroquímica:

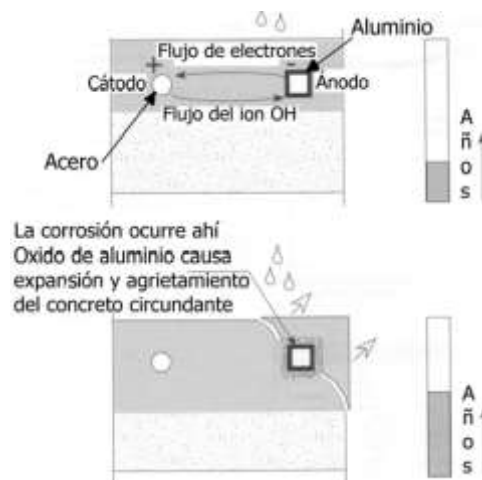
- Picaduras: Se manifiesta por profundas picaduras en zonas anódicas, que se desgastan por la operación de iones cloruros o efectos diversos como aleación del acero.
- Uniforme: presenta corrosión propagada por pérdida de la capa protectora, causa de la carbonatación, acción acelerada de iones cloruro o lixiviación de líquidos ácidos.
- Localizada: concentración en cierta ubicación, donde afecta claramente la

humedad, sustancias agresivas y el oxígeno (Parra & Vásquez, 2014).

- Biológica: ocasionado por contacto del acero con microorganismos que genera sustancias agresivas y ácidas (Helene & Pereira, 2003, pág. 72).
- Bajo esfuerzo: encontrándose en elementos de concreto pre-reforzado como resultado de la despasivación local. Encontrándose tales problemas en cargas de tensión; donde el concreto se fisura, facilitando paso a los agentes agresivos que penetran y corroen el acero.
- Galvánica: el electrolito entra en unión con dos metales diferentes (Parra & Vásquez, 2014). Este caso se genera en las tuberías de un sistema eléctrico, su causa principal es cuando el acero exterior presenta corrosión a la inversa del interior, esto a su vez el acero se localiza con diferentes metales (Helene & Pereira, 2003, pág. 72).

La figura 10 se aprecia la presencia de corrosión galvánica.

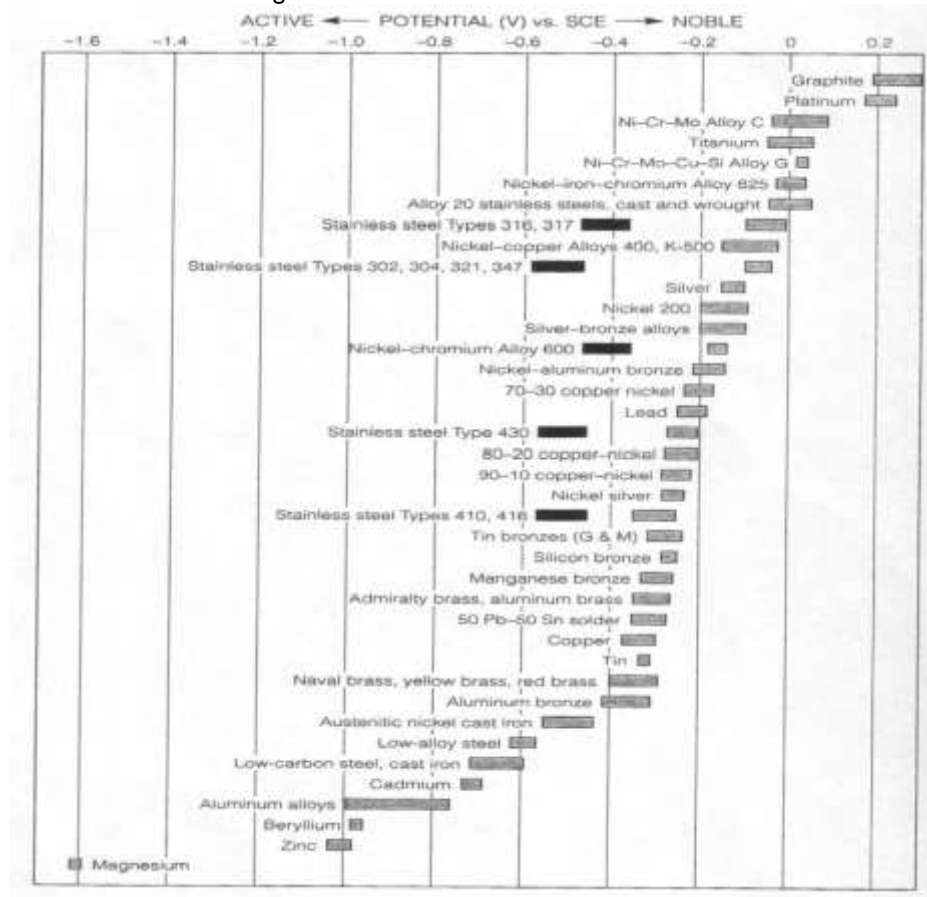
Figura 10. Ejemplo de corrosión galvánica.



Fuente: Adaptado de Emmons (1993).

En la siguiente figura se demuestra las actividades de los metales (Parra & Vásquez, 2014). Los metales activos se sitúan en los extremos izquierdos de las actividades, contendrá un potencial medio en los voltios negativos (Parra & Vásquez, 2014). Son muy débiles a la corrosión del acero; el magnesio, zinc, aluminio y hierro son metales activos (Chaves, 2001). En el proceso de corrosión del acero de refuerzo, el metal noble es menos reactivo y lento, en el extremo positivo la serie de actividades son potenciales próximas, entre los metales se hallan el cromo, plata, oro, cobre y el níquel (Chaves, 2001).

Figura 11. Actividades de los metales



Fuente: Jones (1996).

b) Agresión de los sulfatos

El ion sulfato en el hormigon, es generada por dos reacciones químicas que son las siguientes:

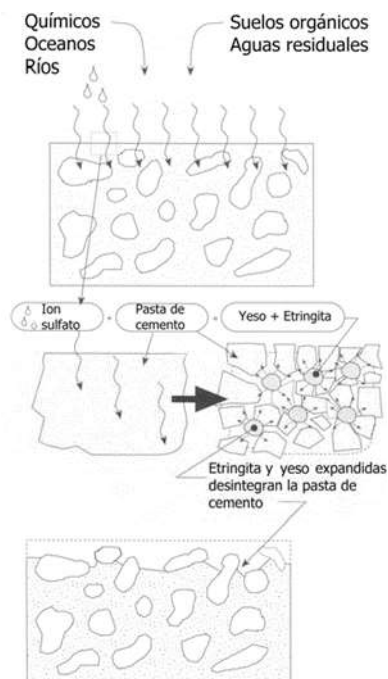
- Hidróxido de calcio en la pasta del concreto es una composición del sulfato, esto es inducido por el sulfato de calcio (yeso) (Helene & Pereira, 2003, pág. 70).
- Sulfoaluminato de calcio (etringita), proviene del yeso y del aluminio tricálcico hidradado del hormigón (C₃A) (Helene & Pereira, 2003, pág. 72).

La pasta en el hormigon estructural, resulta un aumento del volumen de

la superficie (Chaves, 2001), internamente el concreto se expande, pierde propiedades y se rompe; causando un desgaste entre la pasta en su adherencia del concreto, agregados y en el acero de refuerzo, este sufre en menor nivel estructural (Chaves, 2001).

Además, los ataques de sulfatos generan deterioro en el concreto estructural, la agrietación en el hormigón se presenta como poros, facilitando la entrada de varias sustancias agresivas que están en el medio ambiente (Helene & Pereira, 2003, pág. 80). En la imagen 1 se observa lo siguiente.

Imagen 1. Deterioro causado por el ataque de sulfatos en elementos de concreto.



Fuente: Adatado de Emmons (1993).

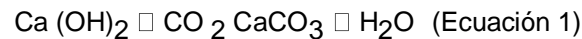
Regularmente el ion sulfato (SO_4^{2-}) son de origen natural, biológico. Los sulfatos de origen natural, se encuentran en los suelos orgánicos y de las aguas subterráneas, tales como: “amonio, magnesio, calcio, sodio, aluminio, cobre, plata” (Helene & Pereira, 2003, pág. 83). El origen natural de los sulfatos y sales, en el agua de mar se crea acciones en los cloruros de sodio, potasio y magnesio, esto debido a su concentración y tiempo de exposición (Helene & Pereira, 2003, pág. 81).

Los sulfatos biológicos, trascienden de aguas residuales en estado de descomposición de perfil aeróbico y son producidos por microorganismo y sustancias orgánicas (proteínas y azufre).

c) Carbonatación

Para (Chaves, 2001), en el informe denominado “Procedimientos para el estudio de patología del concreto. Informe final de proyecto de graduación”, Costa Rica, el dióxido de carbono (CO₂) es una inducción principal en la carbonatación, se muestra en la atmosfera o el suelo de un proyecto.

El concreto es afectado por el ácido de carbónico esto cambia a hidróxido de calcio (cal del cemento) en (CaCO₃) carbonato de calcio Y □ H₂O, El CO₂ se disuelve en los poros del hormigón.

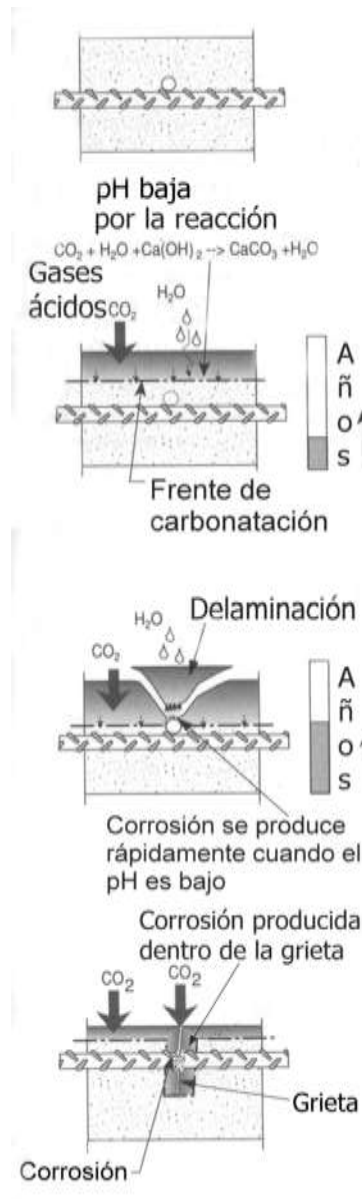


Estas reacciones traen 2 efectos negativos tales como:

- El pH superficial desciende de 13, en los valores inferiores o iguales a 9. La pérdida de plasticidad del concreto, reduce la protección del acero de refuerzo provocando corrosión (Colet, 2016).
- En la pérdida del volumen de plasticidad del concreto, se observa una disminución en su contracción, provocando agrietamiento y facilitando el ingreso de sustancias agresivas (Montani, 2000).

Los fenómenos más comunes en los lugares con humedad relativas entre 65% y 98%. En las edificaciones saturadas (Colet, 2016), donde se encuentra dióxido de carbono no se realizara una adecuada carbonatación, ya que los poros del concreto están obstruidos de aire. En la figura 12 se detalla los conceptos de la carbonatación del concreto.

Figura 12. Esquema del deterioro provocado por la carbonatación del concreto.



Fuente: Adaptada de Emmons (1993).

Se muestra en la segunda Ley de Fick la profundidad de carbonatación:

$$X = K \sqrt{T}$$

(Ecuación 2)

Donde:

x = base de carbonatación (mm)

k = coeficiente

t = edad del elemento a analizar

K es el coeficiente de carbonatación, esto según las características y condiciones en el concreto. En las diversas características, tenemos: CO₂ que es la cantidad de atmósfera, la presión, la humedad, temperatura. Esto también es la relación de permeabilidad del recubrimiento que se considera **k**, como son: difusión, porosidad y absorción (Montani, 2000).

Para (AATH, 2001) denomina que el coeficiente de carbonatación **k = 0.45 S^{0.86}**, esto es para estructuras que tienen más de 15 años de exposición a las condiciones climáticas. El concreto pronuncia características de absorción capilar, además por las condiciones ambientales se determina el coeficiente de carbonatación.

D. Biológicos

Según (Piedrahita Adriana, 2004, págs. 42-50), en el libro denominado "Patologías por acciones biológicas", Colombia, en toda edificación estructural con condiciones climáticas de humedad, presenta microorganismos y organismos de inicio vegetal o animal. Esto causa un daño en la estructura y deterioro de la misma estética del concreto estructural.

Los daños provocados de origen vegetal retienen la humedad y generan eflorescencia en la misma superficie del concreto (Thomas, 1940). Asimismo esto genera finas fisuras en la estética del concreto ya que por interno las raíces por su expansión rompen la estructura, hay reactivos húmicos y sales que a cierto tiempo se presenta y es un ataque biológico que se tienen que tratar a tiempo (Piedrahita Adriana, 2004, pág. 46).

Situaciones que ayudan al desarrollo y establecimiento de microorganismos, son las siguientes:



- El agua en el concreto: en toda construcción es necesario del agua es un recurso vital, puede presentarse en las zonas alejadas donde no hay sistemas de saneamiento (Thomas, 1940).
- Los nutrientes: son procesos de combustión, este método se encuentra en los alimentos producto de los hongos y bacterias. Está presente en la cal y en algunos materiales del cemento (Thomas, 1940).
- Condiciones ambientales: en los climas húmedos de 20 a 35° C, favorece en un 80 % al avance de bacteria, las bacterias aeróbicas concentra un 1 g/l de oxígeno y las anaeróbicas es menor 0,1 g/l de oxígeno(Thomas, 1940).
- Superficie de colonización: se encuentra microorganismos en las superficies rugosas o ásperas en la edificación (Thomas, 1940).

En el proceso constructivo se manifiesta, condiciones climáticas, humedad, esto proporciona la proliferación de microorganismos. Algunos ejemplos de deterioro son en la industria alimentaria, procesos de materia orgánica e hidrocarburos donde el pavimento de concreto se corroe a causa de los microorganismos presentes (Piedrahita Adriana, 2004).

Los microorganismos es el principal agente del deterioro en el concreto, estas son sustancias ácidas, esto en el origen biológico en sus ataques de degradación en las estructuras (Piedrahita Adriana, 2004).

En la tabla 3. Se explica básicamente los tipos de organismos que genera el deterioro en el concreto, justo en las secciones superficiales.

Tabla 4. Microorganismos y acciones sobre el concreto

MICROORGANISMOS	ACCIONES
Bacterias	La mayoría requiere CO ₂ para sus procesos metabólicos y excretan ácidos orgánicos, oxidan el azufre en sulfato, el cual se combina con el cemento para plasmar sulfato de calcio que causa ataque de sulfatos en el concreto. Además, forman nitratos, ácido sulfúrico, ácido acético y gas sulfhídrico causante de corrosión del acero.
Hongos	Los hongos son vegetales inferiores abundantes en el suelo y aire. Producen daños mecánicos por el agrietamiento que causa el crecimiento de raíces dentro del concreto, además de ataque de ácidos orgánicos y formación de manchas y moho.
Algas, líquenes y musgos	Son organismos vegetales (plantas) tienen relación con medio acuático. Usan el calcio y magnesio del cemento como alimento, causan grietas y fisuras que facilitan el ingreso de sustancias agresivas.
*Los hongos vegetales inferiores abundan en el suelo pavimentado.	

Fuente: (Sánchez de gúzman, 2002)

En el medio marino, tenemos 3 organismos biológicos perjudiciales al concreto estructural. Esto se llama proceso de bioerosion.

- Microorganismos endolíticos (líquenes): esta reacción ataca al concreto químicamente, se encontró en la superficie del hormigón un desprendimiento del 1 mm (Thomas, 1940).
- Organismos bioabrasionadores (moluscos): forman una agresión (moluscos) en toda la sección estructural del concreto (Thomas, 1940).
- Organismos bioperforadores: mediante la acción química y mecánica, en el concreto estructural se forma pequeñas cavidades, esto proporciona el ingreso del agua en la estructura, con el tiempo se observa el deterioro del concreto estructural (Thomas, 1940).

Agentes Internos

1. Reacción álcali- agregado (RAA)



(Thomas, 1940), denomina que algún álcali agregado tiene reacción tardía en la pasta del concreto, esto genera agrietamiento y degrada al hormigón estructural, se tomara en cuenta los factores ambientales del proceso constructivo de las edificaciones.

Investigaciones pasadas demuestran que los agrietamientos y la expansión en el hormigón, se origina en un concreto con un incremento de álcali y agregados en el uso de una dosificación (Rivva, 2006).

En la química el concentrado de álcali (NaOH–KOH) en el concreto estructural, se presenta dicha reacción en los poros del concreto (D Sánchez, 2002). Asimismo, activa a los agregados y minerales que se clasifican en la tabla 5. En las condiciones de humedad del concreto hidráulico, se activa el reactivo álcali agregado.

En siguiente tabla 5. Se manifiesta las siguientes reacciones del concreto a algunos potenciales en los agregados y en los minerales.

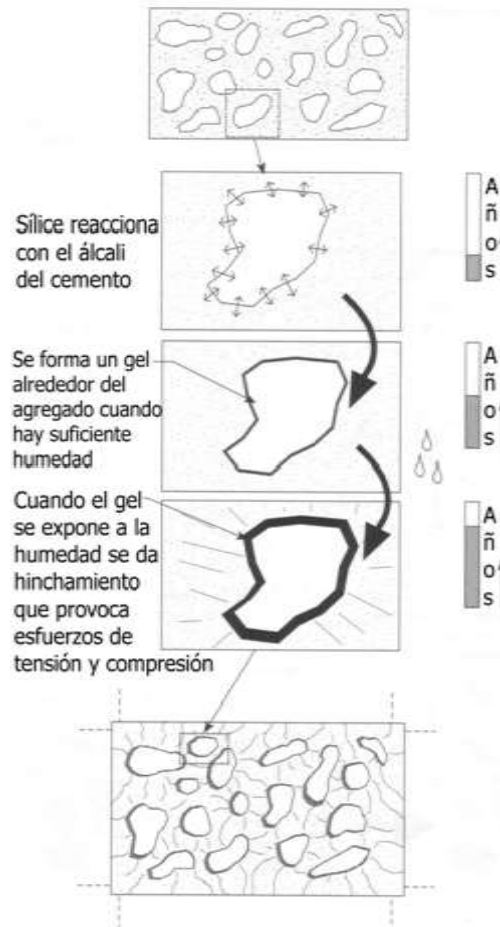
Tabla 5. Potenciales reactivos clasificados por agregados y minerales reactivos.

AGREGADOS	MINERALES
Vidrios volcánicos	Cuarzo
Riolitas	Opalo
Latitas	Calcedonia
Dacitas	Tridimita
Areniscas	Cristobalita
Calizas dolomíticas	Andesita
Filitas	Heulandita
Gnesis	Dolomita

Fuente: Sánchez De Guzmán (2002).

En la figura 13 se aprecia el esquema de las reacciones álcali.

Figura 13. Esquema de deterioro causado por la RAA.



Fuente: Adaptada de Emmons (1993).



Entre las reacciones alcali- agregado, se distinguen por:

Reacción álcali- sílice

Es un cáncer del concreto, el álcali- sílice es una obstrucción expansiva, su reactivó provoca la degradación de la estructura por RAS, se manifiesta a través del tiempo en forma de pequeñas fisuras, exudación, rompimiento del concreto, eflorescencia. Los factores pueden ser: por la combinación del agua en la mezcla del concreto, los aditivos, temperatura, condiciones ambientales, fuentes externas e internas (Piedrahita Adriana, 2004).

Reacción álcali- Carbonato

Es una piedra dolomita calcaría, se muestra en el hormigón que se usó las rocas carbonata. Su reacción presenta poros en el hormigón causa expansión y fisuras. Se expande de los esfuerzos por tracción dentro del concreto estructural (Piedrahita Adriana, 2004, pág. 43).

2.12. Inspección u ensayos

Según (Sheila, 2011) después de realizar la inspección preliminar visualmente, profundizamos y analizamos las unidades de muestra, realizamos los ensayos de carbonatación y esclerómetro.

Esclerómetro o Martillo Smith: es ideal para los ensayos no destructivos lo que permite realizar un gran número de determinaciones sin alterar la resistencia, estética y funcional de una estructura, puede operar tanto en horizontal o vertical.



CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Variables

3.2. Operacionalización de las variables

El disponer de un buen sistema de variables es significativo en la investigación ya que facilita todo un diseño, desarrollo y posterior análisis estadístico del resultado. Así mismo, (Bavaresco, 1996, pág. 76) en el libro Proceso Metodológico de la Investigación, Venezuela, describe las variables cómo: “Las diferentes condiciones, cualidades características o modalidades que asumen los objetos en estudio desde el inicio de la investigación. Constituyen la imagen inicial del concepto dado dentro del marco”. A tal efecto, se establecen la siguiente variables e indicadores que se conceptualizan más adelante. Otro elemento que se definirá en esta investigación fueron los indicadores, que como también señala (Altuve, 1990, pág. 80), en el libro “Metodología de la Investigación- Módulo Instruccional”, Venezuela. “las finalidades son una definición que asigna significado a una construcción conceptual de la variable, al especificar actividades u operaciones necesarias para medirlas”

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 6. Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Definición Operacional	Indicadores
Variables independientes Aplicar el método de detección y tratamiento de patología.	Determinación de la intervención del muro estructural en estudio, en función a la valoración de indicadores in situ.		Mediante una definición operacional y luego se realiza una ficha técnica de evaluación.	Uso de productos preventivos, para cada problema patológico.
Variables Dependientes Mejoramiento de sus características físicas.	Es el artículo de las lesiones o enfermedades de las construcciones, en sus diferentes estados patológicos (navarro, pino y julver)	Agentes Externos Agentes físicos	Observación directa	Uso de productos preventivos, para cada problema patológico. Tipo forma de falla nivel de severidad.
		Agentes mecánicos	Planilla de inspección	Tipo forma de falla nivel de severidad. Tipo forma de falla nivel de severidad.
		Agente químico y biológico	Prueba de ensayo Ensayo de carbonatación; coloración de la superficie uso de fenolftaleína 1% Lectura esclerometrica	

Fuente: elaboración propia (2018).



3.3. Metodología

El tipo de investigación, es mixta (cuantitativo y cualitativo), la misma que incluye las características de cada uno de ellos, según (Hernández, Fernández, & Baptista, 1998, pág. 24), en su libro “Metodología de la investigación”, Chile, señala que el enfoque mixto utiliza cinco fases similares y relacionadas entre sí:

- Observación de los fenómenos
- Establecer ideas como efecto de la observación y evaluación realizadas.
- Probar y demostrar el grado en que las ideas tienen fundamento.
- Revisar tales ideas sobre la base de los ensayos o del análisis.
- Proponer nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar, cimentar las ideas: o incluso para generar otras.

Permite observar las cualidades de ambos enfoques del estudio, que resulta valioso y aportan notables avances.

Tabla 7. Cuadro de cualitativo y cuantitativa

CUALITATIVA O INDUCTIVA	CUANTITATIVA O DEDUCTIVA	MIXTA
Inspección del campo de estudio	Observación visual	Incluye las características de los cualitativo y cuantitativo.
Interpretación contextual	experimentación	
Flexibilidad cuestionamiento	patrones Preguntas e hipótesis	
Recojo de datos	Recolección de los datos	

Fuente: Hernández (2003).



A continuación, se describe las diferencias de la investigación cualitativa y cuantitativa, en el que hemos clasificado por dimensiones de las variables:

Tabla 8. Cuadro de investigación cualitativa y cuantitativa

Cualitativa	Cuantitativa
Observación de datos (no numéricos)	Recolección de datos
Análisis de los tipos de patologías	
Ensayo de carbonatación; coloración de la superficie uso de fenolftaleína 1%	Técnica de recolección de datos
Lectura esclerométrica	Planilla de inspección

Fuente: elaboración propia (2018).

3.3.1. Metodología de la realidad

Según (Arias, 2006, pág. 30), el proyecto de la investigación es “la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado” La Universidad Pedagógica Libertador (2003) expresa: “Se deduce por investigación de campo, el estudio sistemático de problemas en la realidad, con la intención bien sea de describirlos, interpretarlos, deducir su naturaleza, manifestar sus causas y efectos, o prever su ocurrencia, formando uso de métodos característicos de los paradigmas o énfasis de investigación conocidos o en progreso. Los datos son acumulados en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de indagaciones a partir de datos originales”.

Según (Arias, 2006, pág. 95), la recolección de datos de campo es la realidad de hechos donde ocurre el estudio, sin manipulación o control de las mismas.

Para (Dominguez, 2015, pág. 120), denomina que en las investigaciones se describe en forma específica y objetiva, para alcanzar los objetivos definidos.



Nuestro diseño de investigación es:

No Experimental; dentro del área de campo se observa y realizan algunos ensayos no destructivos, tales como, el ensayo del esclerómetro y el ensayo de carbonatación.

Estudio trasversal; la información se recolectada en un tiempo determinado y no se estudió muestras fuera del lapso establecido.

3.4. Tipo de investigación

Para (Tamayo, 2003, pág. 35) en su libro “Proceso de Investigación Científica”, la indagación descriptiva comprende la referencia, observación, análisis e interpretación, y la estructura o proceso de los fenómenos. La perspectiva se hace sobre conclusiones dominantes o sobre conjunto de personas, grupo o cosas, se conduce en forma presente.

Asimismo, (Sabino, 1988, pág. 51), en el libro “el proceso de investigación”, Venezuela. “La investigación es de tipo descriptiva investiga sobre realidades y sus características definidas para concretar dicho estudio. Radica en descubrir características fundamentales de los conjuntos homogéneos de fenómenos, usando criterios sistemáticos de esta forma se obtiene algunas características a la realidad estudiada”

3.5. Diseño de la investigación

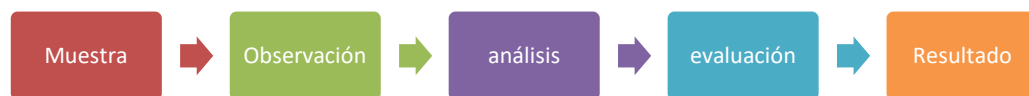
La delimitación del estudio para el presente estudio es de tipo descriptiva comparativa. El proceso de la indagación se diseñó de forma manual. La metodología que se desarrolló para el uso de los objetivos fue:

1. Recopilando los antecedentes preliminares, se procedió a ejecutar la toma de unidades de muestra, se observó dónde estaban ubicadas, se realizó a hacer toma de fotografías

de dicho elemento a investigar. De modo que dicha información fue realizada para cumplir con el objetivo planteado.

2. El estudio se determinó para los problemas patológicos causados en el muro estructural, estuvieron organizados en 3 tramos, en el gráfico 2 se detalla la evaluación del estudio.

Gráfico 2. Diseño de evaluación



Fuente: elaboración propia (2018).

3.6. Población muestra y muestreo (Materiales, instrumentos y métodos)

3.6.1. Población

Según (Arias, 2006, pág. 81), “la población, o en términos más precisos población objetiva, es el conjunto o elemento finito – infinito con características comunes en dicha investigación. En su conjunto es una delimitación de los problemas y objetivos de esta investigación.

Según (Arias, 2006, pág. 81), “la muestra se extrae de la población accesible”.



La zona estudiada es la intersección de los tramos Avenidas Javier Prado- Avenida Canadá, una superficie 1820.97 m² es la parte central del zanjón se ubica parte del sistema vial de transporte metropolitano de Lima.

Se ha evaluado de acuerdo al siguiente orden:

Tabla 9. Tabla de muestra (ensayo de esclerómetro)

Nº de muestra	Unidades de Muestra	Cantidad de muestra
1	Fichas de carbonatación	3
2	Fichas fotográficas	10
3	Fichas esclerométricas	16
4	Fichas fotográficas de carbonatación	3
Suma Total		Σ= 32

Fuente: elaboración propia (2018).

Las características que presentan son las siguientes:

Los muros estructurales se encuentran con daño severo, debido al tiempo de vida útil que presenta la estructura, y la ausencia de un mantenimiento ocasiona deterioro en un tramo de la Avenida Javier Prado – Avenida Canadá en la vía expresa del Paseo de la República.

3.6.2. Muestra

Para (Tatiana & Ricardo, 2008, pág. 125), en la revista EIA “patologías, causas y soluciones del concreto”, Colombia; para establecer dicha superficie, asumiendo un área de 1820.97 m², siendo 1.82 Km, es por ello que se tomaron por lo menos 30 muestras, para garantizar que los defectos evaluados tuvieran una distribución estadística aproximada normal.



Ya que, disminuir el número de muestras con defectos en una obra a menos de 30 da una idea de la calidad general de la obra, pero no cumple con el objetivo de medir los defectos más recurrentes.

Asimismo, contamos 32 unidades de muestra, extraídas en todo el tramo de la Avenida Paseo de la República (Vía Expresa), en cada intersección Avenida Javier Prado - Avenida Canadá.



Tabla 10. Tabla de muestra (ensayo de esclerómetro)

Nº	Elemento	Longitud de afectación de patologías*	Zona	Coordenadas UTM	
				E	N
1	M1	5.84 m	18 L	279853	8662493
2	M2	4.97 m	18 L	279853	8662493
3	M3	3.57 m	18 L	279862	8662508
4	M4	4.05 m	18 L	279901	8662515
5	M5	2.03 m	18 L	279856	8662573
6	M6	3.60 m	18 L	279855	8662588
7	M7	4.23 m	18 L	279849	8662622
8	M8	1.50 m	18 L	279853	8662493
9	M9	3.00 m	18 L	279463	8661660
10	M10	2.50 m	18 L	279400	8661650
11	M11	2.00 m	18 L	279475	8661617
12	M12	1.50 m	18 L	279448	8661681
13	M13	2.03 m	18 L	279439	8661700
14	M14	2.50 m	18 L	279423	8661749
15	M15	2.80 m	18 L	279378	8661742
16	M16	1.50 m	18 L	279420	8661749

*longitud de afectación de agentes patológicos que son: físicos, mecánicos, químicos y biológicos.

Fuente: elaboración propia (2018).

Asimismo, se realiza toma fotográfica, con coordenadas UTM los cuales se describen a continuación:

Tabla 11. *Tabla de muestra (fotografías)*

Muros del tramo Avenida Canada con Avenida Paseo de la República						
Nº	Elemento	Longitud de afectación de patologías*	Zona	Coordenadas UTM		
				E	N	
1	M1	5.84 m	18 L	279821	8662698	
2	M2	4.97 m	18 L	279806	8662720	
3	M3	3.57 m	18 L	279754	8662796	
4	M4	4.05 m	18 L	279702	8662873	
5	M5	2.03 m	18 L	279684	8662906	
6	M6	3.60 m	18 L	279668	8662943	
7	M7	4.23 m	18 L	279644	8663008	
8	M8	1.50 m	18 L	279579	8663161	
9	M9	3.00 m	18 L	279449	8663504	
10	M10	2.50 m	18 L	279386	8663494	
11	M11	2.00 m	18 L	279462	8663461	
12	M12	1.50 m	18 L	279434	8663525	
13	M13	2.03 m	18 L	279425	8663544	
14	M14	2.50 m	18 L	279409	8663593	
15	M15	2.80 m	18 L	279364	8663586	
16	M16	1.50 m	18 L	279406	8663593	

Fuente: elaboración propia (2018).

3.6. Técnicas, e instrumentos y procedimientos

3.6.1. Técnicas

Para (Hernández, Fernández, & Baptista, 1998, pág. 243), en su libro “Metodología de la investigación”, México, define que los términos generales en la validez, informa del uso del instrumento que mide las variables que deseamos medir. Se toma las propuestas de los especialistas en el tema, se elabora un cuestionario acerca de los cambios correspondientes en la patología de los muros.

Para su detección se desarrolla el siguiente gráfico:



Tabla 12. *Tabla de agentes patológicos*

Agentes patológicos	Técnicas e instrumentos y Procedimiento	Ensayos
Agente físico	Observación directa Recolección de datos Toma fotográfica Planilla de datos	
Agente mecánico	Observación directa Recolección de datos Toma fotográfica Planilla de datos	
Agente químico y biológico	Observación directa Recolección de datos Toma fotográfica Planilla de datos	Esclerómetro Carbonatación (solución de fenolftaleína 1%)

Fuente: elaboración propia (2018).

Es donde se representa las operaciones con las que se obtuvo la información, por ejemplo, la codificación, registro, tabulación.

En esta investigación la inspección visual toma cualquier fenómeno o circunstancia donde se verifica los daños de la estructura, se considera la recolección de datos en dicha edificación del muro estructural de la Avenida Paseo de la República en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado - Avenida Canadá; la recopilación de información se adquiere a través de las pruebas para verificar la resistencia del concreto, por estos ensayos podemos verificar la solución a los problemas presentes.

Realizando dichas pruebas y la inspección in situ, obtenemos información para rellenar en las plantillas de Excel, mediciones esclerométricas y de carbonatación.



Además, verificaremos la resistencia del concreto con el esclerómetro (martillo Smith) donde recolectamos información del lugar a estudiar, considerando lecturas que se encuentra el concreto u hormigón, realizado el ensayo del esclerómetro se realiza el ensayo de carbonatación se necesita una solución de fenoftaleína se aplicara en la superficie de los muros estructurales si es que cuenta con carbonatación, observaremos una pigmentación color morado.

3.6.2. Instrumentos

Para (Helene & Pereira, 2003), la recolección de datos en toda la inspección visual en dicho estudio se emplea una ficha técnica con los detalles de los agentes patológicos de dicha estructura, se tomara en cuenta los niveles de severidad del estudio.

También se utilizan los siguientes materiales:

- Cámara fotográfica
- Whincha
- Calculadora
- Reglas
- Plantilla de identificación y características de agentes patológicos.

3.6.3. Procedimientos

Para verificar todos nuestros objetivos generales “se aplica el procedimiento de detección y tratamiento de patologías convencionales” (Paulo R, 1997).

Para nuestro análisis de los datos recolectados en campo con la inspección visual de este estudio de tipo descriptivo y de naturaleza mixta, se tiene lo siguiente:

- Observación directa
- elaboración de cuadros
- recolección de datos
- toma fotográfica
- planilla de datos

Según los ensayos que se realizan y la inspección in situ



- Mediciones esclerométricas
- Carbonatación

De acuerdo de (Paulo R, 1997),” los objetivos específicos se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las tradicionales, respecto a los agentes físicos, mecánicos, químicos y biológicos”.

Se elaboran una serie de plantillas:

- Observación directa
- elaboración de cuadros
- recolección de datos
- toma fotográfica
- planilla de datos

Con la inspección in situ, se ejecutan los ensayos para los agentes químicos que son mediciones esclerométricas y de carbonatación. Y con los resultados se pueden determinar y tratar a los agentes patológicos correspondientes.

CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Por (Bavaresco, 1996) presenta los objetivos formulados, por tanto responde al objetivo general en esta investigación, los estudios patológicos del muro estructural en la Avenida Paseo de la República, en la intersección de las Avenidas Javier Prado- Avenida Canadá, de esta manera resolvemos la problemática que sufre esta estructura.

Para la toma de información, se requiere un cuaderno de platillas de inspección elaboradas por el programa Excel, que nos permite apuntar los datos que se recoge en el campo de estudio. Después de realizar dicho procedimiento, verificamos los resultados y lo clasificamos de acuerdo al tipo de patología que se encontró en la zona de estudio (Bavaresco, 1996).

4.2. Procedimientos del estudio

Nuestro procedimiento de la presente investigación nos ayudara a recopilar los datos de la edificación, asimismo buscamos solucionar los problemas patológicos del muro estructural o anticipar del inicio del daño.

Este análisis nos permite hacer un historial de dicha edificación.

- ✓ Fecha de inicio de obra, ejecución y finalización
- ✓ Normas que sean aplicables
- ✓ Realizar un registro de daños
- ✓ Fotografías
- ✓ Tipo de patología de la que perdura la estructura
- ✓ Ensayo del esclerómetro y carbonatación (cuantitativa)
- ✓ Pronóstico, brinda las soluciones y recomendaciones.
- ✓ Planilla de inspección fotográfica (agentes físicos, mecánicos, químicos y biológicos)
- ✓ Planilla de inspección de carbonatación
- ✓ Tabla de profundidad de carbonatación
- ✓ Ensayo de esclerómetro.



En nuestra planilla de información, se muestra el recojo de información que se realizó en dicho estudio, permitió la anotación de los datos que se inspecciono en el campo de estudio. Además se efectuó un análisis exhaustivo en las causas y daños patológicos presentes en el muro estructural en la Avenida Paseo de la República, en la intersección de las Avenidas Javier Prado- Avenida Canadá.




Figura 14. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra.

Planilla de inspección N°			
Obra:			
Contratista:			
Inspector:		Fecha:	
Determinación y evaluación de la patología			
Elemento de estudio:			
Patología:			
Estructural:			
No estructural:			
Descripción de la patología			
Observación			
Imagen de muestra			

Fuente: elaboración propia (2018).



Figura 15. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra.

		Ficha de inspección			
Autor: Bach.		Asesor:			
Resumen de la muestra					
Antigüedad: Ficha de inspección: Elemento a evaluar: Provincia : Lima					
Tipo de patologías:					Nivel de Severidad
					Leve
					Moderado
					Severo
Patologías encontradas en la muestra					
Área total (m2):	Sedimen	Elementos	lidos	Margen avenida Javier: afectada prado	ÁrMargen avenida de afectada Canadá
Patologías		Area (m2)		Area (m2)	
		Area afectada	% area afectada	Area afectada	% de area afectada
Físicas					
Mecánicas					
Químicas					
Biológicos					
Tabla: Patologías identificadas de la muestra					
Patologías		Area afectada (m2)		% de área afectada	
Físicas					
Mecánicas					
Químicas					
Biológicos					
Total					

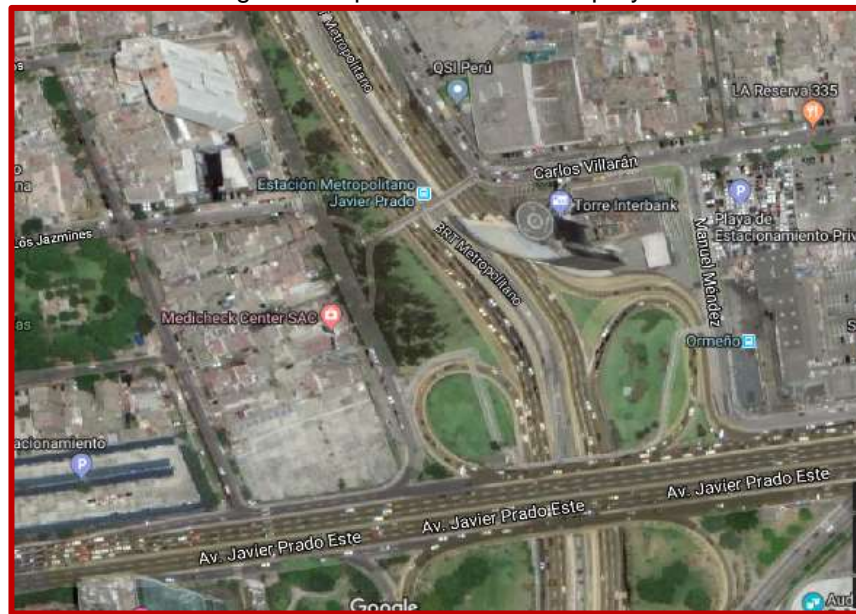
Fuente: elaboración propia (2018).

4.3. Aplicación de la investigación en campo

Se constituyen las características que refieren al daño en la estructura. Es decir, se hace una anotación de todos los daños que se presentan como referencia en el estudio para tomar énfasis en los aspectos fundamentales que se crean para lograr la capacidad de solución y saneamiento total de la estructura.

La estructura se localiza en la Avenida Paseo de la República en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado- Avenida Canadá, es una estructura, con un tiempo de más de 50 años.

Imagen 2. Mapa de ubicación del proyecto



Fuente: Google mapas

La zona estudiada es la intersección de los tramos Avenida Javier Prado - la Avenida Canadá en una superficie 1820.97 m², siendo 1.82 km, teniendo la avenida Javier Prado 1074.90 m² y la avenida Canadá 746.07 m² cuyo intercambio vial es el segundo más extenso de la ciudad y en el que destaca el Edificio Interbank que marca el inicio de la zona financiera del distrito de San Isidro.

Tenemos el siguiente orden:

En la Avenida Javier Prado se conforma 16 unidades de muestras.



En la Avenida Canadá también se conforma 16 unidades de muestras.

Incluye:

- 3 fichas de carbonatación.
- 3 fichas fotográficas de ensayo de fenolftaleína 1%
- 10 fichas fotográficas
- 16 fichas esclerométricas

La estructura analizada se encuentra en un daño moderado, las causas son por falta de un adecuado mantenimiento en toda su vida útil de los muros estructurales de la Avenida Javier Prado en la vía expresa de la Avenida Paseo de la República.

El área estudiada (muros estructurales), se encuentra en una zona donde constantemente se expone a la infiltración de humedad, ya que el sistema de drenaje se encuentra obstruido o en algunas partes del estudio no se construyó. La edificación por algunos sectores se halla presencia de corrosión en el acero de refuerzo en algunos tramos de la intersección de la Avenida Javier Prado se observa pérdida del acero.

4.3.1. Síntomas que muestra la estructura.

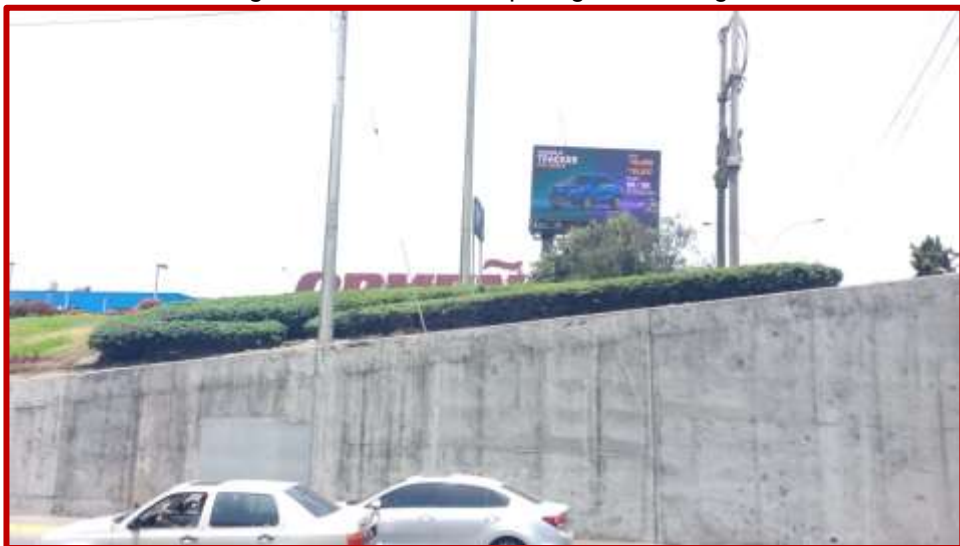
Los síntomas de dicha estructura es por causa de los puntos de riego de los jardines que se ubica en la Avenida Paseo de la República, las zonas estudiadas son la intersección de los tramos Avenida Javier Prado-Avenida Canadá, la zona estudiada presenta grietas internas y fisuras, presencia de corrosión en el acero de refuerzo por desprendimiento del concreto estructural.

Imagen 3. Muro afectado por eflorescencia.



Fuente: elaboración propia (2018).

Imagen 4. Muro afectado por agentes biológico



Fuente: elaboración propia (2018).



Para la realización de la inspección de muestras, de los diversos agentes patológicos, se ejecuta una ficha de evaluación por cada agente patológico que afecta el muro estructural.

Tabla 13. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra.

Agentes Externo - Interno	Fecha de evaluación
Agente físico	13/04/2018
Agente Mecánico	13/04/2018
Agente Químico y Biológico	14/042018

Fuente: elaboración propia (2018).

En la primera etapa se realiza la determinación de los siguientes problemas patológicos:

4.4. Aplicación del método de detección y tratamiento patológico

Se admite el cumplimiento de los objetivos generales donde “se aplica el método de detección y tratamiento de patologías convencionales” (D Sánchez, 2002). Se especifica la recolección de datos obtenidos de la inspección visual ya que la investigación es tipo descriptivo y de naturaleza mixta, elaboración de planillas, recolección de datos de la zona estudiada, la inspección in situ; pruebas de esclerómetro, de carbonatación. Para luego detener y tratar las patologías correspondientes.

Paso 1: identificar los agentes patológicos que sufren los muros estructurales, observamos que presenta grietas y desprendimiento del concreto hidráulico, la patología correspondiente del estudio es un agente mecánico.

Imagen 5. Muro afectado por desprendimiento y grietas.



Fuente: elaboración propia (2018).

Imagen 6. Muro afectado por erosión



Fuente: elaboración propia (2018).

Paso 2: se usa wincha para medir el daño del muro estructural. Observamos que algunos muros están maquillados con pintura látex.

Imagen 7. Muro afectado por desprendimientos



Fuente: elaboración propia (2018).

Paso 3: se utilizan las tablas de inspección para recolección de datos patológicos y las unidades de muestras correspondientes.

4.5. Aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Físico.

Conforme a (D Sánchez, 2002) los objetivos específicos, “se aplica el método de detección y tratamiento” convencionales de patologías; respecto a los agentes físicos, se realiza un cuaderno de planillas a través del programa Excel, elaboración de tablas, anotamos los datos del daño patológico, inspección visual, pruebas de esclerómetro y carbonatación y la inspección in situ. Para luego detener y tratar a las patologías correspondientes.

Para el método de detección de los agentes físicos elaboramos una tabla de las características de los agentes Externos-internos, encontrándose entre los problemas más frecuentes la sedimentación de sólidos y la erosión, esto se debe al cambio de temperatura y humedad de la zona de investigación.

Paso 1: para identificar los agentes patológicos que sufren los muros estructurales, se observa, que presentan erosión del concreto hidráulico, es por ello, que parte de la patología correspondiente del estudio es un agente físico.

Imagen 8. Muro afectado por fisura.



Fuente: elaboración propia (2018).

Paso 2: se usa wincha para medir el daño del muro estructural. Observando que en la Avenida Javier Prado es recurrente la erosión en los muros estructurales.

Imagen 9. Muro afectado por eflorescencia






Fuente: elaboración propia (2018).


Paso 3: Se utilizan las tablas de inspección elaboradas por la investigadora, para la recolección de datos patológicos y las unidades de muestras correspondientes.

Figura 16. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 1			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación de las patologías			
Unidad de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia de erosión en el muro estructural (agentes físicos)		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	51.25
Descripción de la patología			
Se presencia erosión en el muro estructural, se observa falta de mantenimiento en el área estudiada. “Su nivel de severidad es severo” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se presencia erosión en la avenida Javier Prado en los muros estructurales.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018)

Figura 17. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 2			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	Presencia de erosión alta (agente físico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	51.25
Descripción de la patología			
Muro afectado, presencia de erosión muy profunda, nivel de severidad severo (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se aprecia daño muy avanzado en el muro estructural, por un mal diseño de mezcla.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 18. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N°3			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	Presencia de erosión (agente físico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	51.25
Descripción de la patología			
Muro afectado, presencia de erosión muy profunda, Se percibe un nivel de severidad moderado (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se aprecia un daño muy avanzado en el muro estructural, también se evidencia la afectación por ausencia de un adecuado mantenimiento a la Avenida Javier Prado.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 19. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N°4			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	Presencia de sedimentación de solidos (agente físico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	55
Descripción de la patología			
Muro afectado, presencia de sedimentación de sólidos en los muros estructurales, se ubica en la Avenida Javier Prado. Su “nivel de severidad leve” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
En el margen derecho de la imagen, se ubicó sedimentación de solido por falta de un mantenimiento a los muros.			
Imagen de muestra			
			

Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 20. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N°5			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	Presencia de erosión (agente físico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	51.25
Descripción de la patología			
Muro afectado, presencia de erosión muy profundas (leve) (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se aprecia un daño muy avanzado en el muro estructural, se ve la afectación por falta de mantenimiento a la Avenida Canadá.			
Imagen de muestra			
			

Fuente: elaboración propia (2018).

4.6. Aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante

Agente Mecánico

Respecto a los agentes mecánicos, de acuerdo a (D Sánchez, 2002) “los objetivos específicos se aplica el método de detección y tratamiento de patologías “convencionales. Se elabora un cuaderno de plantillas, cuadros, inspección de datos y visual; pruebas de esclerómetro y carbonatación y la inspección in situ. Para luego detener y tratar a las patologías correspondientes.

Para el método de detección para los agentes mecánicos, se cuenta con las planillas de inspección de los agentes externos – internos patológicos.

Paso 1: identificar los agentes patológicos que sufren los muros estructurales, se visualiza que presenta desprendimientos, fisuras y grietas en el concreto hidráulico.

Imagen 10. Muro afectado por desprendimientos.



Fuente: elaboración propia (2018).

Paso 2: utiliza wincha para medir el daño del muro estructural. Se aprecia que las grietas son mayores de 5mm.


Imagen 11. Muro afectado por Grietas



Fuente: elaboración propia (2018).


Paso 3: se emplean las tablas de inspección realizadas por la investigadora, para la recolección de datos patológicos y las unidades de muestras correspondientes.

Figura 21. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 6			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia de fisuras y separación del concreto		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	100	Área afectada (m2)	77.5
Descripción de la patología			
Se observa presencia de fisuras muy largas por ausencia de un adecuado mantenimiento en la edificación. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico. Su “nivel de severidad moderado” (Morales Riva, 2018).			
Observación			
Se aprecian diversas grietas debido a la infiltración de humedad, se ve la afectación por mal diseño del concreto en la estructura.			
Imagen de muestra			
			

Fuente: elaboración propia (2018).


Figura 22. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 7			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	Presencia de medición al desprendimiento severo (agente mecánico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	20
Descripción de la patología			
Muro afectado, se evidencia un desprendimiento mayor de 30 cm como se muestra en la imagen. Su “nivel de severidad severo” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
En varios puntos se observan problemas similares en los muros estructurales, se debe resanar las zonas afectadas.			
Imagen de muestra			
			

Fuente: elaboración propia (2018).




Figura 23. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 8			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	desprendimiento del concreto		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	20
Descripción de la patología			
“Durante un tiempo prolongado, se observa desprendimiento causa de un ausente mantenimiento en la edificación”. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico. Su nivel de severidad moderado (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se aprecian diversas grietas debido a la infiltración de humedad, se observa la afectación por mal diseño del concreto en la estructura.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 24. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 9			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	desprendimiento del concreto		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	20
Descripción de la patología			
Durante un periodo de tiempo muy prolongado, se observa desprendimiento por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual presencia una patología de agente mecánico. “Nivel de severidad moderado” (Morales Riva, 2018).			
Observación			
Se observa un severo desprendimiento en toda la parte del muro estructural inferior, a futuro, se puede exponer el acero de refuerzo.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 25. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 10			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	Presencia de grietas		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	40
Descripción de la patología			
Durante un periodo de tiempo muy prolongado, se observa presencia de extensas grietas por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico. “Nivel de severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se ve la afectación por mal diseño del concreto en la estructura.			
Imagen de muestra			
			

Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 26. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 11			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado- Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	Presencia de fisura		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	100	Área afectada (m2)	77.50
Descripción de la patología			
Presentación de fisura de 0.05 mm, se observa desprendimiento por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico. Su nivel de severidad leve” (Morales Riva, 2018).			
Observación			
Se aprecia una fisura extensa en el muro estructural.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 27. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 12			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado- Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	Presencia de grietas		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	40
Descripción de la patología			
<p>Durante un periodo de tiempo muy prolongado, se observa grietas por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico. Se observa en los muros estructurales de la Avenida Canadá. “Nivel de severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018).</p>			
Observación			
Se aprecia la afectación por mal diseño del concreto en la estructura.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 28. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 13			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado- Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	Desprendimiento del muro estructural		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	35.26	Área afectada (m2)	20
Descripción de la patología			
Durante un periodo de tiempo muy prolongado, se observa desprendimiento por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico. “Nivel de severidad moderado” (Morales Riva, 2018).			
Observación			
Se observa ausencia de mantenimiento en la avenida Canadá, en el margen derecho de la vía.			
Imagen de muestra			
			

Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 29. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 14			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	desprendimiento del concreto		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	44.50	Área afectada (m2)	20
Descripción de la patología			
Se observa desprendimiento en el tramo de la Avenida Canadá, por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico.” Nivel de severidad leve” (Morales Rivaa, 2018),			
Observación			
Se aprecia un desprendimiento leve, en toda la parte del muro estructural inferior.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 30. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 15			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	Presencia de grietas		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	44.64	Área afectada (m2)	40
Descripción de la patología			
Durante un periodo de tiempo muy prolongado, se observa grietas por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico. Este daño se ubica en la Avenida Canadá. “Nivel de severidad leve” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
La grieta tiene una longitud de 20 cm, presencia de humedad en el muro de dicha Avenida.			
Imagen de muestra			


Fuente: elaboración propia (2018)

Figura 31. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 16			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado- Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	desprendimiento de la berma lateral		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	20
Descripción de la patología			
Se observa desprendimiento en el tramo de la Avenida Javier Prado, por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico. “Nivel de severidad moderado” (Morales Riva, 2018).			
Observación			
Se aprecia un desprendimiento moderado en toda la parte del muro estructural inferior.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 32. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 17			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado- Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	desprendimiento de la berma lateral		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	20
Descripción de la patología			
Se observa desprendimiento en el tramo de la Avenida Javier Prado, por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico. “Nivel de severidad severo” (Morales Riva, 2018).			
Observación			
Se aprecia un desprendimiento severo, en toda la parte del muro estructural inferior.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 33. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 18			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Estructura		
Patología:	desprendimiento de la berma lateral		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	20
Descripción de la patología			
Se observa desprendimiento en el tramo de la Avenida Javier Prado, por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual, presencia una patología de agente mecánico. “Nivel de severidad severo” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se aprecia un desprendimiento severo en toda la parte del muro estructural inferior.			
Imagen de muestra			
			

Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 34. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 19			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	desprendimiento de la berma lateral		
Estructural:	Si		
No estructural:	Si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	20
Descripción de la patología			
Se observa un mal mantenimiento del tramo de la Avenida Javier Prado, por falta de mantenimiento en la edificación. Por lo cual presencia una patología de agente mecánico. “Nivel de severidad severo” (Morales Riva, 2018).			
Observación			
Se aprecia un desprendimiento moderado en toda la parte del muro estructural inferior.			
Imagen de muestra			
			

Fuente: elaboración propia (2018).

4.7. Aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Químicos y Biológicos

De acuerdo a (D Sánchez, 2002) “los objetivos específicos, se aplica el método de detección y tratamiento de patologías” convencionales respecto a “los agentes químicos y biológicos”. Se elabora un cuaderno de plantillas, cuadros, inspección de datos y visual; pruebas de esclerómetro y carbonatación y la inspección in situ. Para luego detener y “tratar a las patologías correspondientes” (Tatiana & Ricardo, 2008).

Paso 1: identificar los agentes patológicos que sufre los muros estructurales, se observa que presenta corrosión del acero, ataque de sulfatos y carbonatación en los agentes biológicos presenciamos agentes internos como es el álcali-sílice y carbonato.

Imagen 12. Muro afectado por corrosión del acero



Fuente: elaboración propia (2018).

Paso 2: se usa wincha para medir el daño del muro estructural. En los tramos de la intersección de las Avenidas Javier Prado y Canadá se presenta corrosión en el acero de refuerzo.

Imagen 13. Muro afectado por corrosión del acero.



Fuente: elaboración propia (2018).

Paso 3: se utilizan las tablas de inspección elaboradas por la investigadora, para recolección de datos patológicos y las unidades de muestras correspondientes.

Imagen 14. Muro afectado, medición de cada agente patológico.



Fuente: elaboración propia (2018).

Para los agentes internos, se tiene el álcali sílice y carbonato, los factores que los definen son: de (Montani, 2000) la humedad y el cambio climático, esto cambia constantemente de volumen ocasionando esfuerzos internos tales como agrietamiento y fisuras en el concreto.

Imagen 15. Muro afectado por humedad.



Fuente: elaboración propia (2018).


Para el procedimiento de cada objetivo que se indica en el desarrollo de obtención de planillas de inspección, 3 fichas de carbonatación, 3 fichas fotográficas de ensayo de fenoltaleína 1%, 10 fichas fotográficas, 16 fichas esclerométricas.

Figura 35. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 20			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	14/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia de corrosión agente químico		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	63.75
Descripción de la patología			
Muro afectado, modo severo de corrosión de 30 cm en el muro estructural en la avenida Javier Prado. “Nivel de severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se aprecia corrosión muy avanzada en el muro estructural, se ve la afectación por falta de mantenimiento y desprendimiento del muro.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 36. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 21			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	14/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia de corrosión agente químico		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	63.75
Descripción de la patología			
Muro afectado, modo severo de corrosión de 30 cm en el muro estructural en la avenida Javier Prado. “Nivel de severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se aprecia corrosión muy avanzada en el muro estructural, se visualiza la afectación por falta de mantenimiento y desprendimiento del muro.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 37. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 22			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado- Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	14/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia de eflorescencia (agente químico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Area (m2)	64.88	Area afectada (m2)	60
Descripción de la patología			
Un fenómeno muy común, presencia de sales con textura de color blanco, se observa una zona muy avanzada en la avenida Javier Prado. “Nivel de severidad leve” (Morales Riva, 2018).			
Observación			
Se aprecia eflorescencia muy avanzada en el muro estructural, se ve la afectación por falta de mantenimiento.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 38. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 23			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	14/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Corrosión en el acero de refuerzo (agente químico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	63.75
Descripción de la patología			
Muro afectado, presencia de corrosión del acero. “Nivel de severidad leve” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se puede apreciar corrosión muy avanzada en el muro estructural, aunque la pintura que se aprecia en la imagen pueda tapar el daño. El daño de los muros estructurales por falta de mantenimiento.			
Imagen de muestra			
			

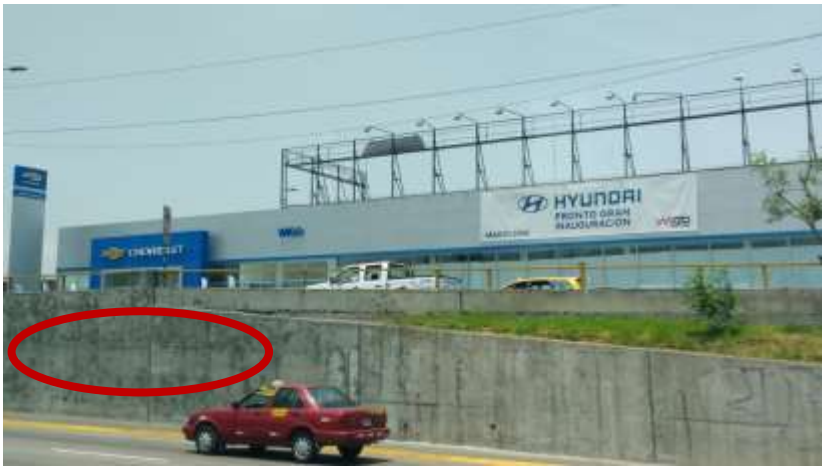
Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 39. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 24			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	14/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia de infiltración y humedad (agente biológico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	9.00
Descripción de la patología			
Se describe infiltración de humedad en el muro estructural por el riego de los jardines. “Nivel de severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Observamos eflorescencia en el muro estructural, de una longitud de 1.5 m.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 40. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 25			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	14/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia de infiltración de agua y humedad (agente biológico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	9.00
Descripción de la patología			
Muro afectado por presencia de infiltración de agua y humedad por el riego de jardines. “Nivel de severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
En la Avenida Canadá se observó eflorescencia en una longitud de 4 m, esto ocasiona los drenajes obstruidos en dicho estudio como se muestra en la fotografía.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 41. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 26			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado - Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	14/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia sistema de drenaje obstruido con vegetación (agente biológico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	11.00
Descripción de la patología			
El drenaje de dicho muro esta obstruido. “Nivel de severidad leve” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se aprecia corrosión muy avanzada en el muro estructural, se observa la afectación por falta de mantenimiento.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 42. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 27			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	14/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia de acero de refuerzo expuesto, corrosión (agente químico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	63.75
Descripción de la patología			
Desgarramiento del muro estructural, haciendo evidencia el acero de refuerzo en corrosión. “Nivel de severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Se aprecia corrosión muy avanzada en el muro estructural, se observa la afectación por falta de mantenimiento.			
Imagen de muestra			
			


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 43. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 28			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canada)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	14/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia de vegetación en los muros estructurales (agente biológico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Área (m2)	64.88	Área afectada (m2)	11.00
Descripción de la patología			
Muro afectado por presencia de vegetación y humedad por el riego de jardines. “Nivel de severidad leve” (Morales Riva, 2018).			
Observación			
Se aprecia la gran eflorescencia debido a la infiltración de humedad, se ve la afectación por todo el lindero del muro a la izquierda de la fotografía.			
Imagen de muestra			
			

Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 44. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección N° 29			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado-Avenida Canada)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	14/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	estructura		
Patología:	Presencia de vegetación en los muros estructurales (agente biológico)		
Estructural:	Si		
No estructural:	si		
Área (m2)	0.08	Área afectada (m2)	0.08
Descripción de la patología			
Muro afectado por presencia de vegetación y humedad por el riego de jardines. “Nivel de severidad leve” (Morales Rivaa, 2018).			
Observación			
Crecimiento de vegetación y desprendimiento en la berma del presente estudio.			
Imagen de muestra			
			

Fuente: elaboración propia (2018).

4.8. Agentes Diversos

Gráfico 3. Agentes Externos- Internos



Fuente: elaboración propia (2018).

4.9. Ensayos y uso de instrumentos

Se emplea ensayos cualitativos en el presente estudio de las patologías del concreto, (Montani, 2000, pág. 17) se realizara la prueba de carbonatación donde determina un resultado más exacto y qué medidas tomar para su recuperación.

4.9.1. Prueba de Carbonatación

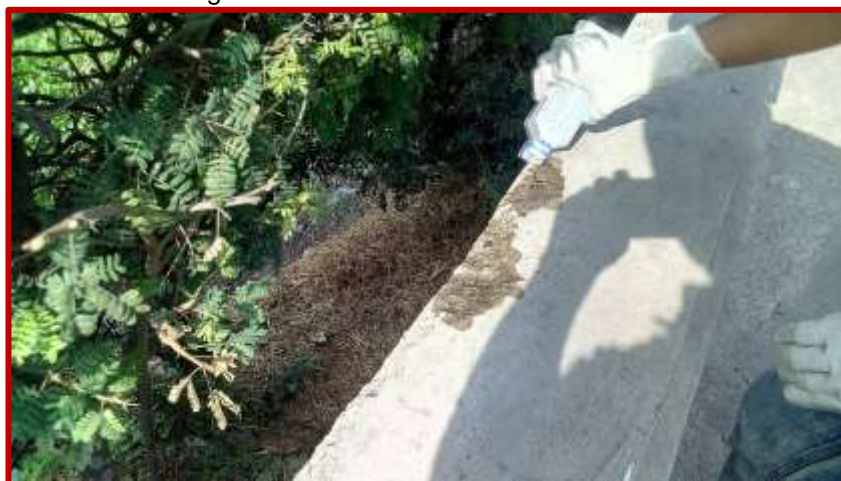
De acuerdo a (Montani, 2000, pág. 1), de la revista electrónica Imcyc "La carbonatación, enemigo olvidado del concreto", México, es un factor natural que ocurre siempre a diario en una gran cantidad de estructuras de concreto a nivel mundial. La prueba de carbonatación consiste en el rociado de un hormigón recientemente fracturado (que no haya sido anteriormente expuesto anteriormente al aire) con fenolftaleína al 1% en alcohol al 70%. Si el color del hormigón en contacto con la solución cambia a un color púrpura intenso indica que no está carbonatada y si no cambia de color indica carbonatado.

4.9.2. Los materiales del ensayo

- 1% de fenolftaleína en alcohol etílico al 70%
- Cíncel
- franela

Paso 1: limpieza de la zona a realizar para el ensayo de carbonatación, se pica solo el borde del área del muro, la solución indicada es 1% de fenolftaleína en alcohol etílico al 70%; este es el tipo de solución que se debe utilizar en dicha prueba, se aplica por rociado o por aplicación de gotero.

Imagen 16. Prueba con fenolftaleína 1%.



Fuente: elaboración propia (2018).

Paso 2: Aplicación de la solución mencionada, esperar alrededor de 15- 30 min.

Imagen 17. Prueba con fenolftaleína 1%.



Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla 14. Profundidad de carbonatación

Componentes de los muros ensayados	*Profundidad de carbonatación
M1	1.00 cm
M2	2.00 cm
M3	1.25 cm

*longitud de profundidad de carbonatación

Fuente: elaboración propia (2018)


Las evidencias fotográficas se presentan en las siguientes tablas:

Figura 45. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección carbonatación N° 30			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado- Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Muro estructural M1		
Patología:	Carbonatación a 12 mm		
Estructural:	Si		
Nivel de severidad	medio		
Ubicación	Avenida Javier prado		
Descripción de la patología			
Realizada la inspección visual, se observa el nivel de carbonatación de 12 mm en la estructura del muro. Muestra un aspecto húmedo.			
Ensayo			
Prueba de fenolftaleína, inspección visual.			
Observación: Después de 60 segundos presento un aspecto humedecido, lo cual presenta carbonatación en la capa de recubrimiento.			
Imagen de muestra			
			
<p><i>Causa: el dióxido de carbono, componente químico que penetra en el concreto hasta llegar al medio alcalino cambiando su nivel de PH a ácido.</i></p> <p><i>Efecto: A la constante exposición continua del dióxido de carbono el cual funciona como elemento agresor en el concreto haciendo corrosión al acero de refuerzo.</i></p>			

Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 46. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección carbonatación N° 31			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado- Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Muro estructural M2		
Patología:	Carbonatación a 20 mm		
Estructural:	Si		
Nivel de severidad	Medio		
Ubicación:	Avenida Javier prado		
Descripción de la patología			
Realizada la inspección visual, se observa un nivel de carbonatación de 20 mm de la capa de la superficie en la estructura del muro estructural.			
Ensayo			
Prueba de fenolftaleína, inspección visual.			
Observación: Después de 80 segundos presenta un aspecto humedecido, lo cual, representa carbonatación en la capa de recubrimiento.			
Imagen de muestra			
			
<p><i>Causa: el dióxido de carbono, componente químico que penetra en el concreto hasta llegar al medio alcalino cambiando su nivel de PH a ácido.</i></p> <p><i>Efecto: debido a la exposición continua del dióxido de carbono el cual actúa como elemento agresor en el concreto haciendo corrosión al acero de refuerzo.</i></p>			

Fuente: elaboración propia (2018).

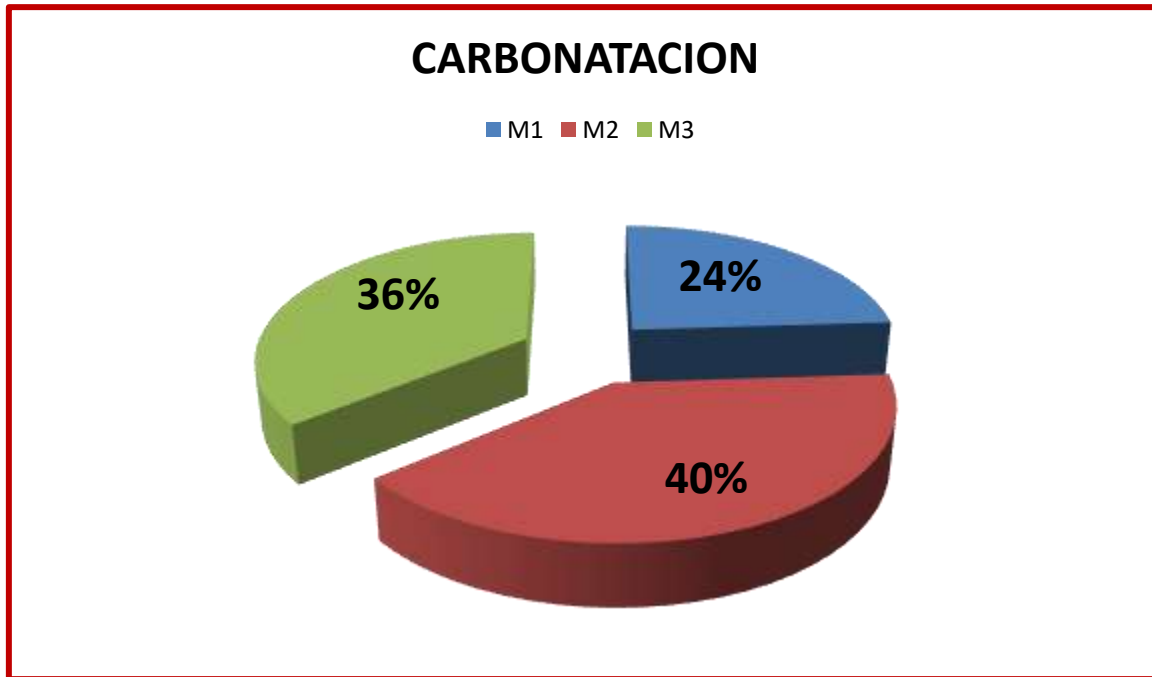
Figura 47. Planilla de anotación de la inspección.

Planilla de inspección carbonatación N° 32			
Obra:	Avenida Paseo de la República, los tramos estudiados son (Avenida Javier Prado- Avenida Canadá)		
Contratista:	Universidad privada del norte		
Inspector:	Cynthia Paola Goyoneche Linares	Fecha:	13/04/2018
Determinación y evaluación patológica			
Sección de estudio:	Muro estructural M3		
Patología:	Carbonatación a 18 mm		
Estructural:	Si		
Nivel de severidad	Medio		
Ubicación:	Avenida Canada		
Descripción de la patología			
Realizada la inspección visual, se observa un nivel de carbonatación de 18mm de la capa de la superficie en la estructura del muro estructural			
Ensayo			
Prueba de fenolftaleína, inspección visual.			
Observación: Después de 70 segundos presenta un aspecto humedecido, lo cual representa carbonatación en la capa de recubrimiento.			
Imagen de muestra			
			
<p><i>Causa: el dióxido de carbono, componente químico que penetra en el concreto hasta llegar al medio alcalino cambiando su nivel de PH a acido.</i></p> <p><i>Efecto: debido a la exposición continúa del dióxido de carbono, presenta un milímetro de escamado, disgregación de material.</i></p>			

Fuente: elaboración propia (2018).

Presenta una carbonatación baja, que alcanza una profundidad no alarmante de 2.00 cm, es aceptable.

Gráfico 4 . Carbonatación



Fuente: elaboración propia (2018).

Mitigación para prevenir, corregir o contrarrestar dichos efectos.

La prevención: arma contra la patología.

Un cierto tiempo, sin que genere un gasto adicional por mantenimiento o reparación de obras, las recomendaciones estipulan hasta 50 años o más. (Vida proyectada en servicio) la toma de información, se ejecuta con plantillas de inspección.

Se efectuó el análisis mediante el resultado de las causas externas e internas de los diferentes agentes patológicos que se recogió en el campo de estudio.



4.9.3. Cálculos esclerométricas realizadas en sitio. (Ensayo no destructivo)

Para este ensayo se emplea un esclerómetro con certificado de calibración ISO (calibración de 1.00), este dispositivo nos permite estimar la dureza y resistencia del concreto. Mediante esta prueba se establece el índice esclerométrico, el cual permite correlacionar resultados de núcleos de compresión con nuevos ensayos sin afectar la edificación estudiada. Se usa este ensayo para los muros estructurales de la Avenida Paseo de la República en la intersección de los tramos (Avenida Javier Prado - Avenida Canadá).

Se aplica los lineamientos normativos para la adquisición de cada lectura e interpretación de cada resultado. En cada asentamiento de investigación, se obtuvo el valor del rebote promedio de diez puntos por elemento. Los ensayos del esclerómetro se ejecutan sobre (16) elementos, se estima la resistencia de cada elemento en kg/cm² todos corresponden a muros estructurales.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP, 2013) y NORMA ASTM C805 (C805/C805 ASTM, 2013) “Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete” nos indica las pautas a ejecutar la aplicación con los instrumentos que son: esclerómetro y prueba de carbonatación.



Tabla 15. Resultados del esclerómetro.

Tabla de esclerómetro tramo Av. Javier Prado															
Muros															
Nº	Elem.	Ubicación		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R	Kg/cm2
		E	N												
1	M1	279853	8662493	25	25	25	20	30	30	30	30	30	25	35	320
2	M2	279853	8662493	40	35	35	30	35	30	30	30	35	35	40	400
3	M3	279862	8662508	35	40	40	35	35	38	35	38	38	40	38	370
4	M4	279901	8662515	38	40	40	35	35	40	38	38	40	38	40	400
5	M5	279856	8662573	40	38	38	40	38	40	40	40	38	40	38	370
6	M6	279855	8662588	30	32	35	38	32	30	35	25	30	30	38	370
7	M7	279849	8662622	30	32	35	38	30	32	30	35	30	30	38	370
8	M8	279853	8662493	42	45	40	42	48	45	45	45	44	50	50	550

Fuente: elaboración propia (2018).



Tabla 16. Resultados del esclerómetro.

Tabla de esclerómetro tramo Av. Canadá															
Muros															
Nº	Elem.	Ubicación		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R	Kg/ cm2
		E	N												
1	M1	279463	8661660	42	45	40	42	48	45	45	45	44	50	48	520
2	M2	279400	8661650	40	50	40	38	38	35	35	35	35	45	45	470
3	M3	279475	8661617	45	40	40	38	38	38	35	38	50	40	45	470
4	M4	279448	8661681	40	40	40	38	38	40	50	45	40	45	48	520
5	M5	279439	8661700	40	45	45	40	50	40	40	40	38	40	48	520
6	M6	279423	8661749	40	40	38	38	45	45	45	40	38	38	45	470
7	M7	279378	8661742	30	32	35	38	30	32	30	35	30	30	35	320
8	M8	279420	8661749	42	45	40	42	48	45	45	45	44	50	50	550

Fuente: elaboración propia (2018).



CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1 Resultados de los agentes patológicos

Se muestra el resultado de la investigación que efectiviza los objetivos propuestos, lo que permite la obtención del resultado general referido al análisis patológico del concreto estructural de la Avenida Paseo de la República, en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado- Avenida Canadá y las propuestas de solución de la problemática que padece esta estructura.

En la primera etapa se encuentran los siguientes problemas patológicos:

Figura 48. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra.

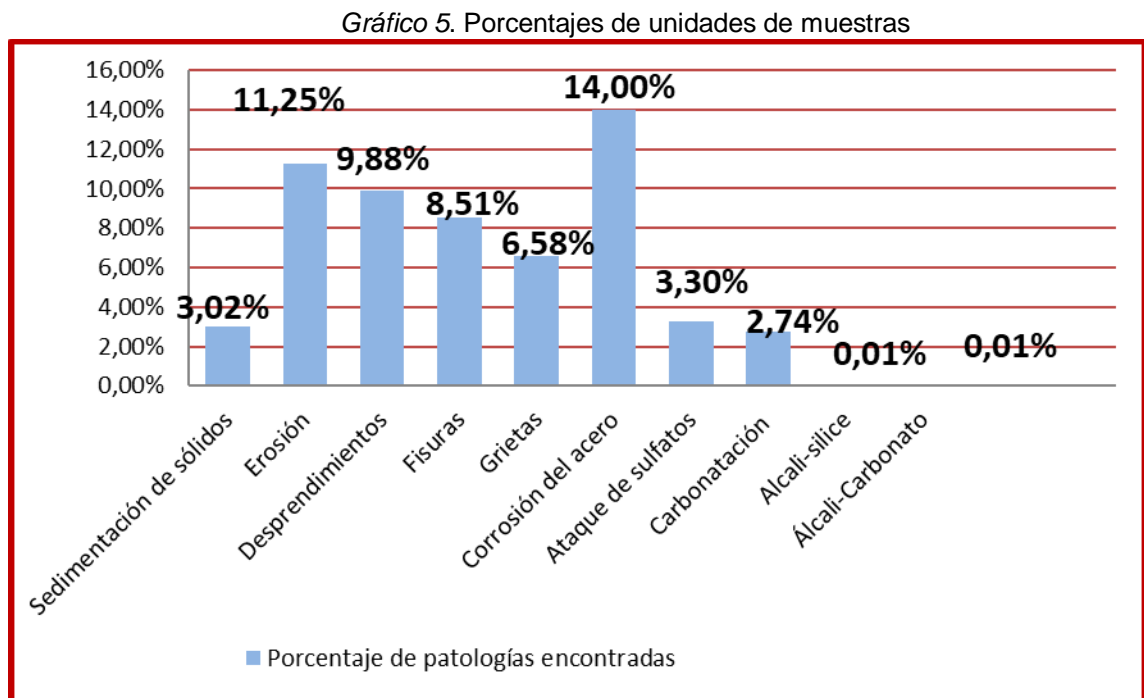
Físicos		Mecánico		Químico		Biológico		Nivel de Severidad			
Sedimentación de sólidos		Desprendimiento		Corrosión del acero		Alcali-silice		Leve			
Erosión		Fisuras		Ataque de sulfatos		Alcali-carbonato		Moderado			
		Grietas		Carbonatación				Severo			
								L			
								M			
								S			
Plano de planta											
Patologías encontradas en la muestra											
Area total (m2): 1820.97 m2		Elementos		Margen avenida Javier prado		Margen avenida Canadá					
		Patologías		Area (m2)		1074.90		Area (m2)		746.07	
				Area afectada		% de area afectada		Area afectada		% de area afectada	
Físicas		Sedimentación de sólidos		30		2.80%		25		3.35%	
		Erosión		125		11.62%		80		10.72%	
Mecánicas		Desprendimientos		100		9.30%		80		10.72%	
		Fisuras		70		6.51%		85		11.40%	
		Grietas		65		6.04%		55		7.37%	
Químicas		Corrosión del acero		127.50		11.86%		127.50		17.08%	
		Ataque de sulfatos		30		7.44%		30		8.04%	
		Carbonatación		25		2.32%		25		3.35%	
Biológicos		Alcali-silice		10		0.01%		8		1.07%	
		Alcali-Carbonato		10		0.01%		12		1.60%	
Tabla: Patologías identificadas de la muestra											
Patologías		Area afectada (m2)				% de área afectada					
Físicas		Sedimentación de sólidos				55					3.02%
		Erosión				205					11.25%
Mecánicas		Desprendimientos				180					9.88%
		Fisuras				155					8.51%
		Grietas				120					6.58%
Químicas		Corrosión del acero				255					14.00%
		Ataque de sulfatos				60					3.30%
		Carbonatación				50					2.74%
Biológicos		Alcali-silice				18					0.01%
		Alcali-Carbonato				22					0.01%
Total						1120					59.30%

Fuente: elaboración propia (2018).

5.1. Resumen del porcentaje de patologías de todas las unidades de muestra

En el Gráfico 5 se muestra los resultados del porcentaje encontrado de las unidades de muestra del tipo patológico de (Huaman John, 2015): sedimentación de sólidos, erosión, desprendimientos, fisuras, grietas, corrosión del acero, ataque de sulfatos, carbonatación, álcali –sílice, álcali- carbonato.

En la Gráfico 5. Se detalla el porcentaje de cada tipo de patología en el estudio de la Avenida Paseo de la República.



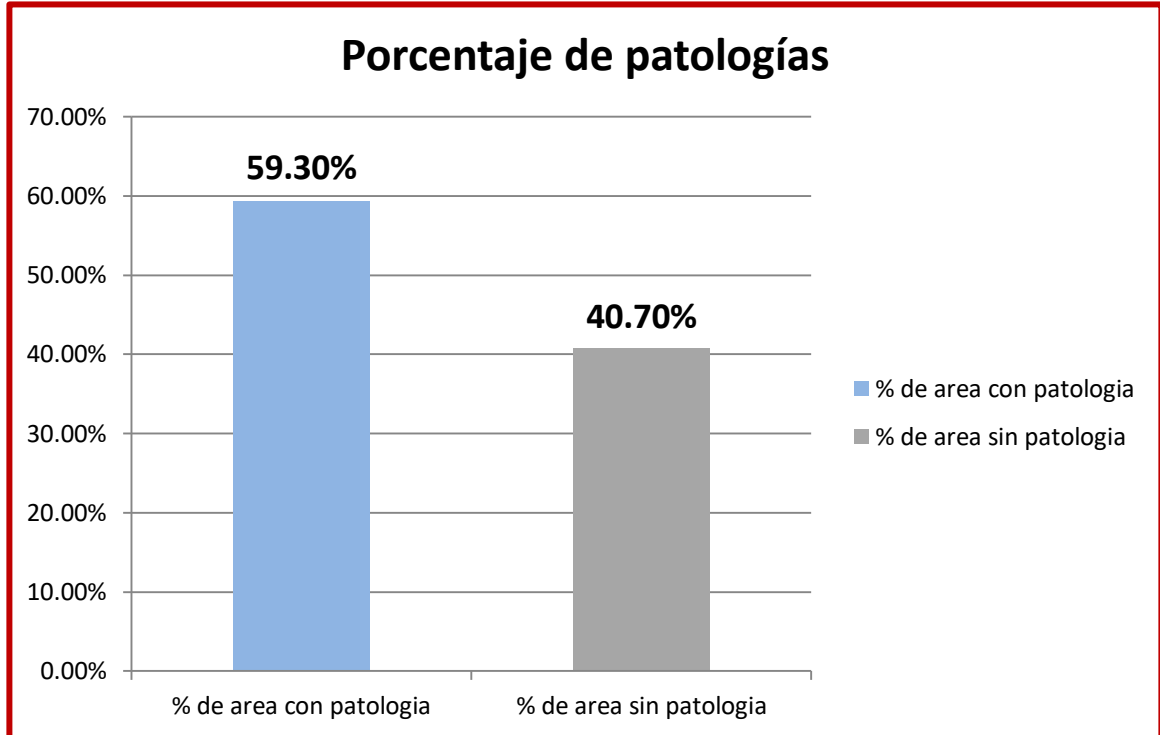
Fuente: elaboración propia (2018).

Relación de patologías.

Se muestra porcentaje de área afectada de los tipos de patologías y área sin patología, observando que el porcentaje con patología es moderado se encuentra en un 59.30% y sin patología se encuentra en un 40.70% esto es el resultado total de todas las muestra del estudio de la Avenida Paseo de la República en la intersección de las Avenida Javier prado- Avenida Canadá.

En la siguiente figura se detalla el porcentaje de patología.

Gráfico 6. Porcentaje de patologías de la muestra



Fuente: elaboración propia (2018).



5.2. Resultado 1

5.2.1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico

Figura 49. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 1

Unidad de muestra	Area (m2)	Total de área (m2)	Area afectada (m2)	Total de área afectada (m2)	% de área afectada	% Total de área afectada	Nivel de severidad de	Nivel de severidad predominada
Unidad de muestra 1	64.88	1820.97	51.25	1120	2.81%	59.30%	Severo	Moderado
Unidad de muestra 2	64.88		51.25		2.81%		Severo	
Unidad de muestra 3	64.88		51.25		2.81%		Moderado	
Unidad de muestra 4	64.88		55.00		1.45%		Leve	
Unidad de muestra 5	64.88		51.25		2.81%		Leve	
Unidad de muestra 6	100		77.50		2.05%		Moderado	
Unidad de muestra 7	64.88		20.00		2.81%		Severo	
Unidad de muestra 8	64.88		20.00		0.10%		Moderado	
Unidad de muestra 9	64.88		20.00		0.10%		Moderado	
Unidad de muestra 10	64.88		40.00		0.20%		Moderado	
Unidad de muestra 11	100		77.50		2.05%		Leve	
Unidad de muestra 12	64.88		40.00		0.20%		Moderado	
Unidad de muestra 13	35.26		20.00		0.10%		Moderado	
Unidad de muestra 14	44.50		20.00		0.10%		Leve	
Unidad de muestra 15	44.64		40.00		0.20%		Leve	
Unidad de muestra 16	64.88		20.00		0.10%		Moderado	
Unidad de muestra 17	64.88		20.00		0.10%		Severo	
Unidad de muestra 18	64.88		20.00		0.10%		Severo	
Unidad de muestra 19	64.88		20.00		0.10%		Severo	
Unidad de muestra 20	64.88		63.75		3.50%		Moderado	
Unidad de muestra 21	64.88		63.75		3.50%		Moderado	
Unidad de muestra 22	64.88		60		3.30%		Leve	
Unidad de muestra 23	64.88		63.75		3.50%		Leve	
Unidad de muestra 24	64.88		9.00		0.04%		Moderado	
Unidad de muestra 25	64.88		9.00		0.04%		Moderado	
Unidad de muestra 26	64.88		11.00		0.06%		Leve	
Unidad de muestra 27	64.88		63.75		3.50%		Moderado	
Unidad de muestra 28	64.88		11.00		0.06%		Leve	
Unidad de muestra 29	0.08		0.08		0.00%		Leve	
*Unidad de muestra 30	1.00		10.00		0.00%		Baja	
*Unidad de muestra 31	2.00		20.00		0.10%		Baja	
*Unidad de muestra 32	1.25		20.00		0.10%		Baja	

*unidades de carbonatación, carbonatación baja

Fuente: elaboración propia (2018).



En “el nivel de severidad predominada, se basa en la investigación”(Morales Riva, 2018, pág. 46), total de área afectada es 59.30% la más crítica es predominada por el # Moderado. Tenemos: Leve # 10 Moderado #13 Severo #6, con base en lo descrito se obtiene Moderado.

Por otro lado, en la estructura donde no se aplica el tratamiento hay daño severo. Unidades de muestra realizada en la Avenida Paseo de la República en la intersección de las Avenida Javier prado- Avenida Canadá, en el tramo Avenida Angamos.

Figura 50. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 2

Unidad de muestra	Area (m2)	Total de área (m2)	Area afectada (m2)	Total de área afectada (m2)	% de área afectada	% Total de área afectada	Nivel de severidad de	Nivel de severidad predominada
Unidad de muestra 1	200	5804.25	160	2710	2.75%	62.42%	Severo	Severo
Unidad de muestra 2	200		160		2.75%		Severo	
Unidad de muestra 3	200		130		2.22%		Severo	
Unidad de muestra 4	200		75.5		1.30%		Leve	
Unidad de muestra 5	200		75.5		1.30%		Leve	
Unidad de muestra 6	200		77.5		1.33%		Leve	
Unidad de muestra 7	200		120		2.06%		Severo	
Unidad de muestra 8	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad de muestra 9	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad de muestra 10	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad de muestra 11	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad de muestra 12	200		155		2.67%		Severo	
Unidad de muestra 13	200		155		2.67%		Severo	
Unidad de muestra 14	200		155		2.67%		Severo	
Unidad de muestra 15	200		150		2.58%		Severo	
Unidad de muestra 16	200		160		2.75%		Severo	
Unidad de muestra 17	200		70		1.20%		Leve	
Unidad de muestra 18	200		70		1.20%		Leve	
Unidad de muestra 19	200		70		1.20%		Leve	
Unidad de muestra 20	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad de muestra 21	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad de muestra 22	200		140		2.41%		Severo	
Unidad de muestra 23	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad de muestra 24	200		125		2.15%		Moderado	
Unidad de muestra 25	200		125		2.15%		Moderado	
Unidad de muestra 26	200		160		2.75%		Severo	
Unidad de muestra 27	200		160		2.75%		Severo	
Unidad de muestra 28	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad de muestra 29	200		120		2.06%		Moderado	
*Unidad de muestra 30	1.00		10.00		0.00%		Baja	
*Unidad de muestra 31	2.00		20.00		0.10%		Baja	
*Unidad de muestra 32	1.25		20.00		0.10%		Baja	

*unidades de carbonatación, carbonatación baja.

Fuente: elaboración propia (2018).

En “el nivel de severidad predominada, se basa en la investigación” (Morales Riva, 2018, pág. 46), total de área afectada es 62.42% la más crítica es predominada por el # Severo. Tenemos: Leve # 6 Moderado #11 Severo #12, con base lo descrito se obtiene Severo.

En la hipótesis, se da por válida la hipótesis general: Existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas.

5.3. Resultado 2

5.3.1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Físico.

Figura 51. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 3

Unidades	Área (m ²)	“Total área” (m ²)	Área afectada (m ²)	“Total área afectada” (m ²)	% de área afectada	% Total de área afectada	“Nivel de severidad”	“Nivel de severidad” predominada
Unidad número 1	64.88	1820.97	51.25	1120	2.81%	59.30%	Severo	Severo
Unidad número 2	64.88		51.25		2.81%		Severo	
Unidad número 3	64.88		51.25		2.81%		Moderado	
Unidad número 4	64.88		55.00		1.45%		Leve	
Unidad número 5	64.88		51.25		2.81%		Leve	

Fuente: elaboración propia (2018).

En “el nivel de severidad predominada, se basa en la investigación” (Morales Riva, 2018, pág. 46) , total de área afectada es 59.30%, la más crítica y afectada es predominada por el % de área perjudicada de Severo, a comparación del # Leve. Tenemos: Leve # 2 Moderado #1 Severo #2, con base lo descrito se obtiene Severo.

Por otro lado, en la estructura donde no se aplica el tratamiento se obtiene daño severo. Unidades de muestra realizada en la Avenida Paseo de la República en la intersección de las Avenidas Javier Prado- Avenida Canadá, en el tramo Avenida Angamos.

Figura 52. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 4.

Unidades	Área (m ²)	“Total de área” (m ²)	Área afectada (m ²)	“Total área afectada” (m ²)	% de área afectada	% Total de área afectada	“Nivel de severidad”	“Nivel de severidad” predominada
Unidad número 1	200	5804.25	160	2710	2.75%	62.42%	Severo	Severo
Unidad número 2	200		160		2.75%		Severo	
Unidad número 3	200		130		2.22%		Severo	
Unidad número 4	200		75.5		1.30%		Leve	
Unidad número 5	200		75.5		1.30%		Leve	

Fuente: elaboración propia (2018).



En “el nivel de severidad predominada, se basa en la investigación” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46), total de área afectada es 62.42% la más crítica y afectada es predominada por el # Severo. Tenemos: Leve # 2 Moderado #0 Severo #3, con base lo descrito se obtiene Severo.

Según lo que sustenta los resultados se tiene lo siguiente:

- En la unidad número 1 presenta un área total de 64.88 m^2 , de los cuales se alcanza un área de patología de 51.25 m^2 , se identificaron los siguientes tipos: Presencia de erosión del concreto, muro muy afectado (agente Físico); severidad severo (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 2 presenta un 64.88 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 51.25 m^2 , se identificaron los siguientes tipos: Presencia de erosión del concreto, muro muy afectado (agente físico); cuenta con un “nivel de severidad severo” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 3 presenta un 64.88 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 51.25 m^2 , presenta erosión en el muro estructural (agente físico); “severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 4 presenta un 64.88 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 55.00 m^2 , se identifican los siguientes tipos: Presencia de sedimentación de sólidos (agente físico); “severidad leve” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 5 presenta un 64.88 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 51.25 m^2 , se identifican los siguientes tipos: Presencia de erosión del concreto (agente físico) muro usado para el ensayo de carbonatación; “severidad leve” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).



De la hipótesis, se da por válida la hipótesis específica: existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes físico.

5.4. Resultado 3

5.4.1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Mecánicos.

Figura 53. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 5.

Unidades	Área (m2)	“Total de área” (m2)	Área afectada (m2)	“Total área afectada” (m2)	% de área afectada	% Total área afectada	“Nivel de severidad”	“Nivel de severidad” predominada
Unidad número 6	100	1820.97	77.50	1120	2.05%	59.30%	Moderado	Moderado
Unidad número 7	64.88		20.00		0.10%		Severo	
Unidad número 8	64.88		20.00		0.10%		Moderado	
Unidad número 9	64.88		20.00		0.10%		Moderado	
Unidad número 10	64.88		40.00		0.20%		Moderado	
Unidad número 11	100		77.50		2.05%		Leve	
Unidad número 12	64.88		40.00		0.20%		Moderado	
Unidad número 13	35.26		20.00		0.10%		Moderado	
Unidad número 14	44.50		20.00		0.10%		Leve	
Unidad número 15	44.64		40.00		0.20%		Leve	
Unidad número 16	64.88		20.00		0.10%		Moderado	
Unidad número 17	64.88		20.00		0.10%		Severo	
Unidad número 18	64.88		20.00		0.10%		Severo	
Unidad número 19	64.88		20.00		0.10%		Severo	

Fuente: elaboración propia (2018).



En “el nivel de severidad predominada, se basa en el análisis” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46), total de área afectada es 59.30% la más crítica es predominada por el # Moderado. Tenemos: Leve # 3 Moderado #7 Severo #4, con base lo descrito se obtiene Moderado.

Por otro lado, en la estructura donde no se aplica el tratamiento se obtiene daño severo.

Unidades de muestra realizada en la Avenida Paseo de la República en la intersección de las Avenidas Javier prado- Avenida Canadá, en el tramo Avenida Angamos.

Figura 54. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 6.

Unidades	Área (m2)	Total de área (m2)	Área afectada (m2)	Total de área afectada (m2)	% de área afectada	% Total de área afectada	Nivel de severidad	Nivel de severidad predominada
Unidad número 6	200	5804.25	77.5	2710	1.33%	62.42%	Leve	Severo
Unidad número 7	200		120		2.06%		Severo	
Unidad número 8	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad número 9	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad número 10	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad número 11	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad número 12	200		155		2.67%		Severo	
Unidad número 13	200		155		2.67%		Severo	
Unidad número 14	200		155		2.67%		Severo	
Unidad número 15	200		150		2.58%		Severo	
Unidad número 16	200		160		2.75%		Severo	
Unidad número 17	200		70		1.20%		Leve	
Unidad número 18	200		70		1.20%		Leve	
Unidad número 19	200		70		1.20%		Leve	

Fuente: elaboración propia (2018).



En “el nivel de severidad predominada, se basa en la investigación” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46), total de área afectada es 62.42% la más crítica es predominada por el # Severo. Tenemos: Leve # 4 Moderado #4 Severo #6, con base lo descrito se obtiene Severo.

Según lo que sustenta los resultados se define lo siguiente:

- En la unidad número 6 presenta un 100 m², se obtiene un área de patología de 77.50 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de fisura y grietas (agente mecánico); “severidad moderada” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 7 presenta un 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 20 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de desprendimiento del concreto (agente mecánico); “severidad severo” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 8 presenta un 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 20 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de desprendimiento, desgarramiento del muro estructural muy avanzado (agente mecánico); “tiene un nivel de severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 9 presenta un 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 20 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de desprendimiento del muro estructural de 30 cm (agente mecánico); tiene un “nivel de severidad moderado”(Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 10 presenta un 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 40 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de grietas muy profundas y vegetación, (agente mecánico); tiene un “nivel de severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 11 presenta un 100 m², de los cuales se obtiene un área de 77.50 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de fisuras y desintegración del



concreto, fisuras prolongadas (agente mecánico);” tiene un nivel leve” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).

- En la unidad número 12 presenta un 64.88 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 40 m^2 , se identifican los siguientes tipos: Presencia de grietas y desintegración del concreto (agente mecánico); tiene un nivel de severidad moderado (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 13 presenta un 35.26 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 20 m^2 , se identifican los siguientes tipos: Presencia de desprendimiento del concreto (agente mecánico); tiene un nivel de severidad moderado (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 14 presenta un 44.50 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 20 m^2 , se identifican los siguientes tipos: Presencia de desprendimiento y erosión del concreto, (agente mecánico); tiene un nivel de severidad leve (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 15 presenta un 44.64 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 40 m^2 , se identifican los siguientes tipos: Presencia de grietas en los muros estructurales (agente mecánico) muro usado para el ensayo de carbonatación; tiene un nivel de severidad leve (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 16 presenta un 64.88 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 20 m^2 , se identifican los siguientes tipos: Presencia de desprendimiento (agente mecánico); tiene un nivel de severidad moderado (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 17 presenta un 64.88 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 20 m^2 , se identifican los siguientes tipos: Presencia de desprendimiento;



(agente mecánico) obtiene “severidad muy severo” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).

- En la unidad número 18 posee 64.88 m^2 , adquiere un área de patología de 20 m^2 , se identifican los siguientes tipos: Presencia de desprendimiento, desgarramiento del muro estructural muy avanzado (agente mecánico); tiene un “nivel de severidad severo” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 19 posee 64.88 m^2 , de los cuales se obtiene un área de patología de 20 m^2 , se identifican los siguientes tipos: Presencia de desprendimiento del muro estructural de 30 cm (agente mecánico); tiene un “nivel de severidad severo”(Morales Rivaa, 2018, pág. 46).

De la hipótesis, se da por válida la hipótesis específica: existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes mecánicos.

5.5. Resultado 4

5.5.1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Químicos y Biológicos.

Agentes Químicos

Figura 55. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 7.

Unidades	Área (m2)	“Total de área” (m2)	Área afectada (m2)	“Total área afectada” (m2)	% de área afectada	% Total de área afectada	“Nivel de severidad”	“Nivel de severidad” predominada
Unidad número 20	64.88	1820.97	63.75	1120	3.50%	59.30%	Moderado	Moderado
Unidad número 21	64.88		63.75		3.50%		Moderado	
Unidad número 22	64.88		60		3.30%		Leve	
Unidad número 23	64.88		63.75		3.50%		Leve	
Unidad número 27	64.88		63.75		3.50%		Moderado	

Fuente: elaboración propia (2018).

En “el nivel de severidad predominada, se basa en la investigación”(Morales Rivaa, 2018, pág. 46), total de área afectada es 59.30% la más crítica es predominada por el # Moderado. Tenemos: Leve # 2 Moderado #3 Severo #0, con base lo descrito se obtiene Moderado.

Por otro lado, en la estructura donde no se aplica el tratamiento se obtiene daño severo. Unidades de muestra realizada en la Avenida Paseo de la República en la intersección de las Avenidas Javier prado- Avenida Canadá, en el tramo Avenida Angamos.

Figura 56. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 8.

Unidades	Área (m2)	Total de área (m2)	Área afectada (m2)	Total área afectada (m2)	% de área afectada	% Total de área afectada	Nivel de severidad	Nivel de severidad predominada
Unidad número 20	200	5804.25	120	2710	2.06%	62.42%	Moderado	Moderado
Unidad número 21	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad número 22	200		140		2.41%		Severo	
Unidad número 23	200		120		2.06%		Moderado	
Unidad número 27	200		160		2.75%		Severo	

Fuente: elaboración propia (2018).



En “el nivel de severidad predominada, se basa en la investigación” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46), total de área afectada es 62.42% la más crítica es predominada por el # Moderado. Tenemos: Leve # 0 Moderado #3 Severo #2, con base lo descrito se obtiene Moderado.

Según lo que sustenta los resultados se aprecia lo siguiente:

- En la unidad número 20 tiene un área total de 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 63.75 m², se identifican los siguientes tipos: presenta corrosión del acero y desintegración del concreto, (agente químico); tiene un nivel de severidad moderado (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 21 posee 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 63.75 m², se identifican los siguientes tipos: presenta corrosión en el acero y desintegración del concreto, (agente químico); posee una “severidad moderado” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- En la unidad número 22 tiene un área total de 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 60 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de ataques de sulfatos eflorescencia del concreto (agente químico); tiene un nivel de severidad leve (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- La unidad número 23 posee un 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 63.75 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de corrosión del acero y desintegración del concreto, (agente químico); tiene un nivel de severidad leve (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- La unidad número 27 posee un 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 63.75 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de corrosión del acero (agente químico) muro usado para el ensayo de carbonatación; tiene un nivel de

severidad moderado(Morales Rivaa, 2018, pág. 46).

Por lo que al precisar, se da por válida la hipótesis específica: existen diferencias significativas entre las estructuras donde “se aplica el método de detección y tratamiento de patologías” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46) y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes “químicos y biológicos” (Tatiana & Ricardo, 2008).

Agentes Biológicos

Figura 57. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 9.

Unidades	“Área” (m2)	Total de área (m2)	Área afectada (m2)	Total área afectada (m2)	% de área afectada	% Total de área afectada	“Nivel de severidad”	Nivel de severidad predominada
Unidad número 24	64.88	1820.97	9.00	1120	0.04%	59.30%	Moderado	Moderado
Unidad número 25	64.88		9.00		0.04%		Moderado	
Unidad número 26	64.88		11.00		0.06%		Leve	
Unidad número 28	64.88		11.00		0.06%		Leve	
Unidad número 29	0.08		0.08		0.00%		Leve	

Fuente: elaboración propia (2018).

“En el nivel de severidad predominada, se basa en la investigación”(Morales Rivaa, 2018, pág. 46), total de área afectada es 59.30% la más crítica y afectada es predominada por el % de área afectada de Moderado, a comparación de # Leve. Tenemos: Leve # 3 Moderado #2 Severo # 0, con base lo descrito se obtiene Moderado.

Por otro lado, en la estructura donde no se aplica el tratamiento se obtiene daño severo. Unidades de muestra realizada en la Avenida Paseo de la República en la intersección de las Avenidas Javier prado- Avenida Canadá, en el tramo Avenida Angamos.

Figura 58. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 10.

Unidades	Área (m ²)	Total de área (m ²)	Área afectada (m ²)	Total área afectada (m ²)	% de área afectada	% Total de área afectada	Nivel de severidad	Nivel de severidad predominada
Unidad número 24	200	5804.25	125	2710	2.15%	62.42%	Moderado	Moderado
Unidad número 25	200		125		2.15%		Moderado	
Unidad número 26	200		160		2.75%		Severo	
Unidad número 28	200		160		2.75%		Severo	
Unidad número 29	200		120		2.06%		Moderado	

Fuente: elaboración propia (2018).

“En el nivel de severidad predominada, se basa en la investigación” (Morales Rivaa, 2018, pág. 46), total de área afectada es 62.42% la más crítica es predominada por el # Moderado. Tenemos: Leve # 0 Moderado #3 Severo #2, con base lo descrito se obtiene Moderado.

Según lo que sustenta los resultados se aprecia lo siguiente:

- La unidad número 24 tiene un área total de 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 9.00 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de infiltración de agua y humedad, se observa presencia de álcali sílice y carbonato (agente biológico); tiene un nivel de severidad moderado (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- La unidad número 25 tiene un área total de 64.88 m², se obtiene un área de 9.00 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de infiltración de agua y humedad, se observa presencia de álcali sílice y carbonato (agente biológico); tiene un nivel de severidad moderado (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- La unidad número 26 tiene un área total de 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 11.00 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia sistema de drenaje obstruido (agente biológico) muro usado para el ensayo de carbonatación; tiene un nivel de severidad leve (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).



- La unidad número 28 tiene un área total de 64.88 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 11.00 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de vegetación y humedad, se observa presencia de álcali sílice y carbonato (agente biológico); tiene un nivel de severidad leve (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).
- La unidad número 29 tiene un área total de 0.08 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 0.08 m², se identifican los siguientes tipos: Presencia de infiltración de agua y humedad, se observa presencia de álcali sílice y carbonato (agente biológico); tiene un nivel de severidad leve (Morales Rivaa, 2018, pág. 46).

Se da por válida la hipótesis específica: existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento en comportamiento de sus características físicas ante agentes químicos y biológicos.

a) Carbonatación

Figura 59. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 11.

Unidades	“Área” (m2)	“Total área” (m2)	Área afectada (m2)	“Total área afectada” (m2)	% de área afectada	% Total de área afectada	“Nivel de severidad”
*Unidad número 30	1.00	1820.97	10.00	1120	0.00%	59.30%	Baja
*Unidad número 31	2.00		20.00		0.10%		Baja
*Unidad número 32	1.25		20.00		0.10%		Baja

*unidades de carbonatación, carbonatación baja

Fuente: elaboración propia (2018).

Por otro lado, en la estructura donde no se aplica el tratamiento se obtiene daño severo. Unidades de muestra realizada en la Avenida Paseo de la República en la intersección de las Avenidas Javier prado- Avenida Canadá, en el tramo Avenida Angamos.

Figura 60. Ficha de evaluación resumen de todas las unidades de muestra 12.

Unidades	Área (m ²)	Total de área (m ²)	Área afectada (m ²)	Total área afectada (m ²)	% de área afectada	% Total de área afectada	Nivel de severidad
*Unidad número 30	1.00	5804.25	10.00	2710	0.00%	62.42%	Baja
*Unidad número 31	2.00		20.00		0.10%		Baja
*Unidad número 32	1.25		20.00		0.10%		Baja

*unidades de carbonatación, carbonatación baja

Fuente: elaboración propia (2018).

Según lo que sustenta los resultados tenemos lo siguiente:

- La unidad número 30 tiene un área total de 1.00 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 10 m²; se muestra una carbonatación baja (Montani, 2000).
- La unidad número 31 tiene un área total de 2.00 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 20 m², tiene un nivel de carbonatación baja (Montani, 2000).
- La unidad número 32 tiene un área total de 1.25 m², de los cuales se obtiene un área de patología de 20 m², tiene un nivel de carbonatación baja (Montani, 2000).

En el resultado final, se detalla que:

- El mayor daño se encuentra en las muestras de estudio 20, 21, 27 con 64.88 m², “presencia de corrosión en 30 cm del muro estructural” (Colet, 2016).
- El menor daño se localiza en la muestra número 29 con 0.08 m², presencia de vegetación en la berma (Piedrahita Adriana, 2004).
- El tipo de patología más frecuente o predominante en nuestras unidades es el agente externo químico: corrosión del acero en 255 m², equivalente 14.00% en todas las muestras analizadas.
- “La severidad predominante del número de muestras es Moderado” por (Colet, 2016) y necesita un adecuado mantenimiento.
- El área total analizada fue 1820.97 m², área patológica de 1120 m² corresponde al 59.30% el área sin patología 700.97 m² corresponde al 40.70%.



Se valida la hipótesis planteada de los agentes externos – internos patológicos.

b) Ensayo del esclerómetro

En la tabla del resultado esclerométrica, cada una se manifiesta la resistencia y los valores esperados del concreto, además, se muestra la evaluación estadística de cada muestra de estudio. Los elementos, se eligieron arbitrariamente.

Tabla 17. Resultados del esclerómetro.

Tabla de esclerómetro tramo Av. Javier Prado															
Muros															
Nº	Elem.	Ubicación		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R	Kg/cm2
		E	N												
1	M1	279853	8662493	25	25	25	20	30	30	30	30	30	25	35	320
2	M2	279853	8662493	40	35	35	30	35	30	30	30	35	35	40	400
3	M3	279862	8662508	35	40	40	35	35	38	35	38	38	40	38	370
4	M4	279901	8662515	38	40	40	35	35	40	38	38	40	38	40	400
5	M5	279856	8662573	40	38	38	40	38	40	40	40	38	40	38	370
6	M6	279855	8662588	30	32	35	38	32	30	35	25	30	30	38	370
7	M7	279849	8662622	30	32	35	38	30	32	30	35	30	30	38	370
8	M8	279853	8662493	42	45	40	42	48	45	45	45	44	50	50	550

Fuente: elaboración propia (2018).

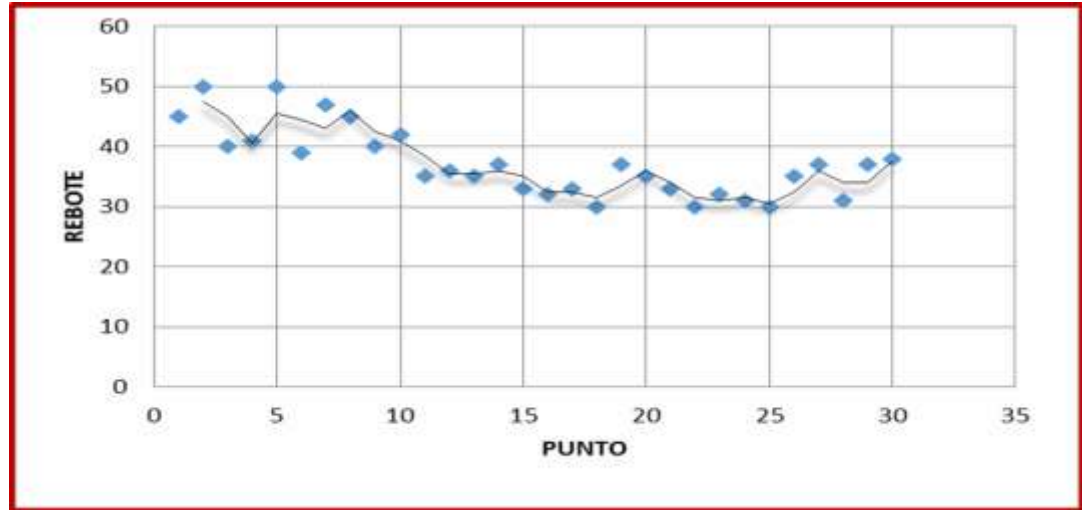


Tabla 18. Resultados del esclerómetro.

Tabla de esclerómetro tramo Av. Canadá															
Muros															
Nº	Elem.	Ubicación		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R	Kg/ cm ²
		E	N												
1	M1	279463	8661660	42	45	40	42	48	45	45	45	44	50	48	520
2	M2	279400	8661650	40	50	40	38	38	35	35	35	35	45	45	470
3	M3	279475	8661617	45	40	40	38	38	38	35	38	50	40	45	470
4	M4	279448	8661681	40	40	40	38	38	40	50	45	40	45	48	520
5	M5	279439	8661700	40	45	45	40	50	40	40	40	38	40	48	520
6	M6	279423	8661749	40	40	38	38	45	45	45	40	38	38	45	470
7	M7	279378	8661742	30	32	35	38	30	32	30	35	30	30	35	320
8	M8	279420	8661749	42	45	40	42	48	45	45	45	44	50	50	550

Fuente: elaboración propia (2018).

Gráfico 7. Resultados de las esclerométricas



Fuente: elaboración propia. (2018).

Se manifiesta lo siguiente en el estudio de los muros estructurales: la resistencia menor es un valor de 320 kg/cm², y la resistencia media es de 550 kg/cm² “resistencia a la compresión”. (Montani, 2000, pág. 41)

Estos valores son corregidos y se obtiene la resistencia por la tabla del aparato. (Ver anexos). A continuación, se evidencia las fotografías del proceso:

Imagen 18. Prueba del esclerómetro limpieza del muro a analizar



Fuente: elaboración propia

Imagen 19. Prueba del esclerómetro en los muros estructurales



Fuente: elaboración propia

Imagen 20. Prueba del esclerómetro en los muros estructurales



Fuente: elaboración propia



c) Resultados de las pruebas de investigación

De los análisis obtenidos del esclerómetro, se asigna al concreto una “resistencia media” que verificamos en 320 kg/cm² (D Sánchez, 2002, pág. 20).

Esto debido al control de calidad en el diseño de mezcla.

Se da por válida la hipótesis planteada.

d) Diagnóstico

La constante infiltración de humedad en la zona y tomando en énfasis el tiempo de la exposición continua al concreto estructural es la base de los agentes externos e internos. **(ver la imagen)**, mientras que la “penetración de los cloruros”, es la garante de la presente corrosión. (Saldaña & Rojas, 2009)

Según (Montani, 2000, pág. 56) “al bajar el pH del agua, los poros del concreto se rompe la membrana pasivante que envuelve la armadura y forma la presencia de corrosión, la cual explica si la corrosión es extendida (carbonatación), corrosión ubicada (cloruros), agrietamiento y falla del acero (corrosión bajo tensión)”. Tenemos:

$$X = K\sqrt{T}$$

X: fondo de carbonatación

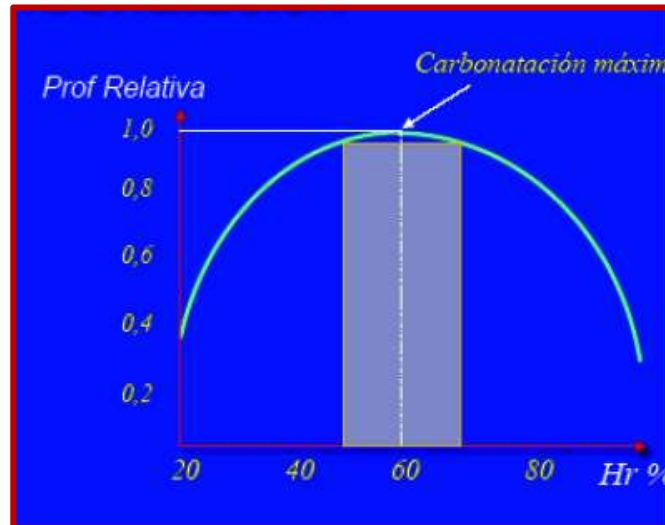
T: Tiempo

K: para varios “valores de humedad relativa”, se analiza lo siguiente.

$$X = 72 \left(\frac{1}{\sqrt{\frac{f'c}{10}}} \right) - 0.126$$

Valor de Hr es 50%

Gráfico 8. Profundidad de la carbonatación varía en forma no lineal



Fuente: carbonatación máxima

Utilizando “los ensayos de carbonatación expuesta inicialmente se puede examinar el caso, se manifiesta un tiempo de 50 años y la resistencia $f'c$ de 250 kg/cm^2 ” (Montani, 2000, pág. 56) obtenemos lo siguiente:

$$k = 72 \left(\frac{1}{\sqrt{250/10}} \right) - 0.126$$

$$k = 14.274$$

Para HR entre 60 y 70%

$$k = 14.274 \times 95 = 13.56$$

$$k = K\sqrt{T}$$

$$X = 13.56 \sqrt{50} = 95.88 \text{ mm}$$

Como lo indican los resultados adquiridos en las siguientes pruebas de carbonatación, se suele suponer que en cada unidad de los componentes que se presentan a la humedad, este procedimiento químico, donde el tiempo de inicio del ataque ha determinado y ha ofrecido una ruta de deterioro.

Según (Parra & Vásquez, 2014, pág. 35) "el final de la etapa de iniciación podemos interpretar con el final de su vida útil de una edificación". Se da por válida la hipótesis planteada.

e) Prueba de carbonatación

(Montani, 2000, pág. 84) "la carbonatación es una causa natural que se desarrolla cada día en otros tipos de estructuras". (Vieitez & Ramirez, 1984, pág. 102) "este proceso químico avanza lentamente y progresivamente en los espacios expuestos del concreto estructural". "Localizando presencia de corrosión en el acero, por ello que se efectúa la prueba de carbonatación no destructivo se usa fenolftaleína en una concentración 1%" (Montani, 2000).

Tabla 19. Profundidad de carbonatación

Componentes de los muros ensayados	Profundidad de carbonatación
M1	1.00 cm
M2	2.00 cm
M3	1.25 cm

*longitud de profundidad de carbonatación

Fuente: elaboración propia (2018).

De los resultados obtenidos se presencia que la estructura cuenta con una carbonatación baja, que alcanza una profundidad no alarmante de 2.00 cm. Para (Enrique Pasquel, 1998, pág. 25) "el cual es tolerable para una construcción de 50 años", en este caso de los muros estructurales de la Avenida Paseo de la República estudiados en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado - Avenida Canadá.

Según (Helene & Pereira, 2003, pág. 50) "en un concreto endurecido, este trascurso químico supuestamente inofensivo, prospera gradualmente y continuamente desde la extensión descubierta del concreto, y ataca al acero de refuerzo ocasionando la corrosión". A pesar del hecho de que en la carbonatación es la razón de la corrosión ausencia principal que los cloruros,



el daño que provoca en los costos de sus efectos. Se da por válida la hipótesis planteada de las preguntas propuestas.

5.6. Análisis estadístico en SSPSS general de las patologías

5.6.1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico.

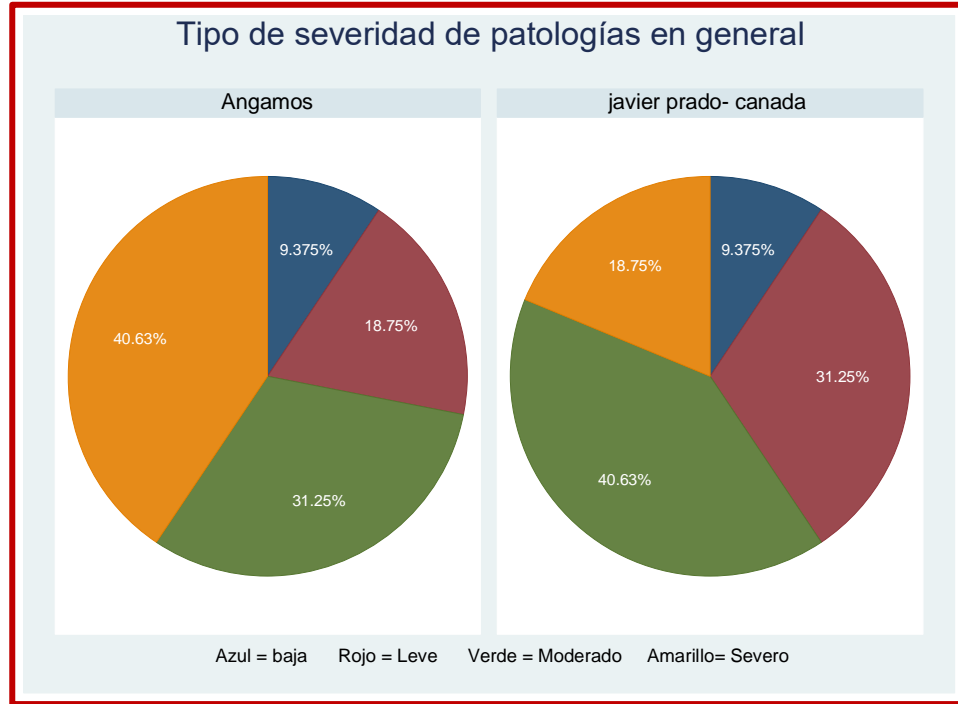
Se muestra el resultado del análisis estadístico de la investigación que efectiviza si aprueba o rechaza los objetivos propuestos, en Avenida Angamos que no tuvo tratamiento el 40.63% presenta nivel severo, el 31.25 % nivel moderado, el 18.75% leve y el 9.38% baja. Del total de las Patología de muestras del muro estructural de la Avenida Paseo de la República, en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado- Avenida Canadá, que sí tuvieron tratamiento encontramos que el 40.63% presenta nivel moderado, el 31.25 % nivel leve, el 18.75% Severo y el 9.38% baja.

Gráfico 9. Nivel de severidad del lugar de estudio

Key			
	<i>frequency</i>		
	<i>column percentage</i>		
Nivel de severidad	LUGAR		Total
	Angamos	javier pr	
Baja	3 9.38	3 9.38	6 9.38
Leve	6 18.75	10 31.25	16 25.00
Moderado	10 31.25	13 40.63	23 35.94
Severo	13 40.63	6 18.75	19 29.69
Total	32 100.00	32 100.00	64 100.00

Fuente: elaboración propia

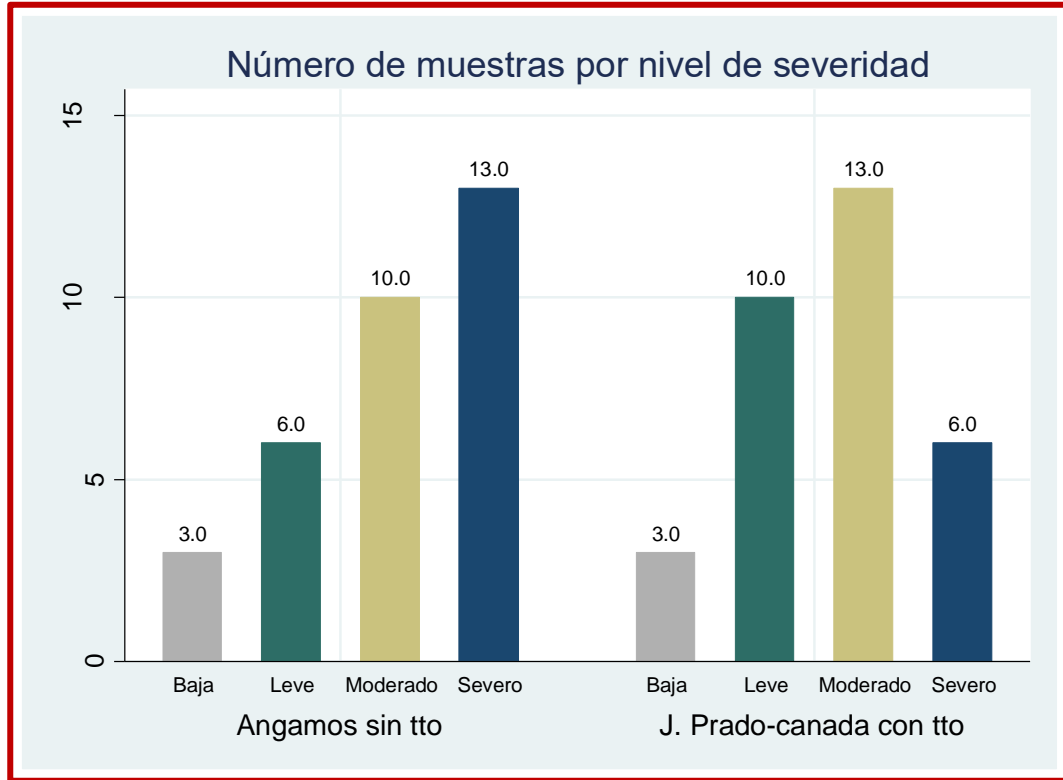
Gráfico 10. Tipo de severidad de los agentes patológicos en general



Fuente: elaboración propia

De las patologías en general tenemos el número de muestras por tipo de severidad para la Avenida Angamos (sin tratamiento) y para la Avenida Javier Prado- Avenida Canadá (con tratamiento). Donde vemos que hay 13 muestras con patología general con nivel severo en Avenida Angamos (sin tto) frente a 6 muestras con patología general con nivel severo en los tramos Avenida Javier Prado – Avenida Canadá (con tto).

Gráfico 11. Numero de muestras por nivel de severidad



Fuente: elaboración propia

En la hipótesis, se aprueba la hipótesis general: Existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas.



Tipo de Patología

Gráfico 12. Tipo de patologías

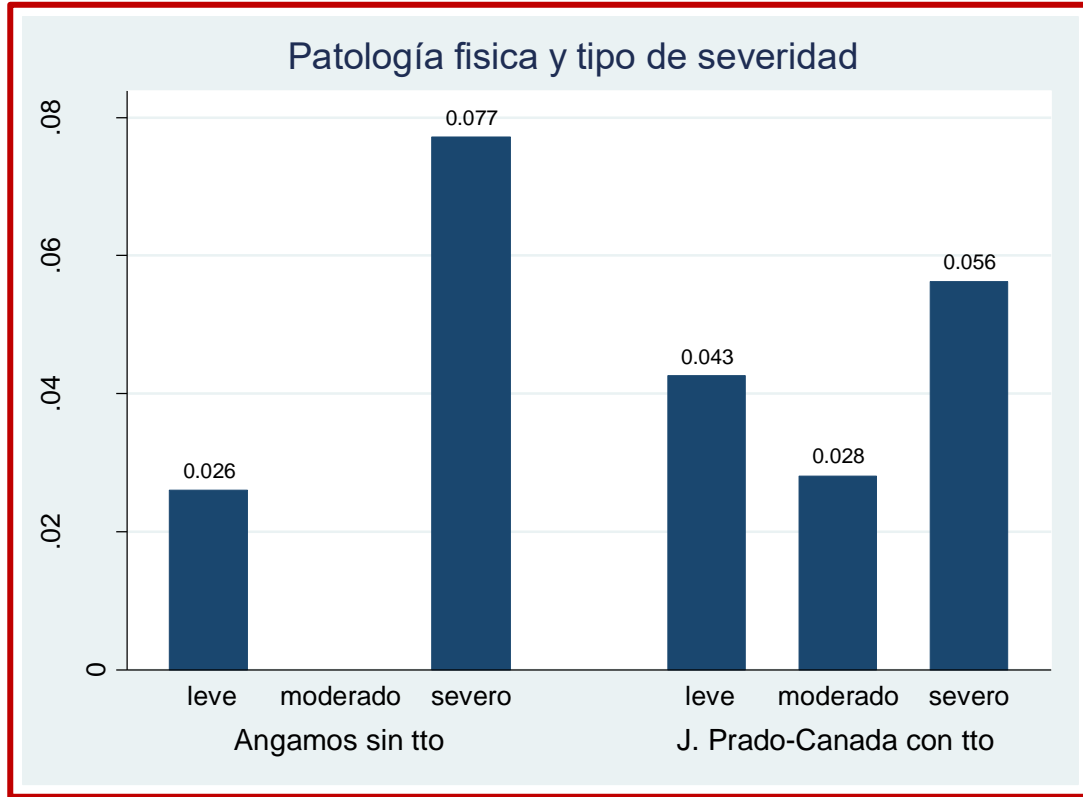
Tipo de patologia	Freq.	Percent	Cum.
BAlcali Silice-Carbonato	8	12.50	12.50
BVegetacion en Drenaje	2	3.13	15.63
Carbonatación	6	9.38	25.00
FErosión	4	6.25	31.25
FErosión	4	6.25	37.50
FSedimentación de Solidos	2	3.13	40.63
MDesprendimiento	18	28.13	68.75
MFisuras	2	3.13	71.88
MFisuras y Desprendimiento	2	3.13	75.00
MGrietas	6	9.38	84.38
QAtaque de Sulfatos	2	3.13	87.50
QCorrosión del acero	8	12.50	100.00
Total	64	100.00	

Fuente: elaboración propia

5.6.2. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Físico.

Porcentajes del área afectada por tipo de severidad, por lugar (con y sin tratamiento):
El mayor porcentaje de severo es en Avenida Angamos la cual no recibió tratamiento.

Gráfico 13. Patología física y tipo de severidad



Fuente: elaboración propia

Con el test no paramétrica de U de Mann-Whitney, los porcentajes de los niveles afección por patología física en Avenida Angamos (sin tratamiento) son más altas que las observadas del análisis patológico del concreto estructural de la Avenida Paseo de la República, en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado - Avenida Canadá (con tratamiento), sobre todo el nivel severo, con un valor $p = 0.039$ estadísticamente significativo al 95 % del nivel de confianza.



Gráfico 14. Porcentaje de los niveles de afectación

```
. ranksum dereaafectada, by(lugar)
```

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

lugar	obs	rank sum	expected
Angamos	5	18	27.5
javier prado	5	37	27.5
combined	10	55	55

unadjusted variance 22.92
 adjustment for ties -1.67

adjusted variance 21.25

Ho: dereaa~a(lugar==Angamos) = dereaa~a(lugar==javier prado- canada)
 z = -2.061
 Prob > |z| = 0.0393

Fuente: elaboración propia

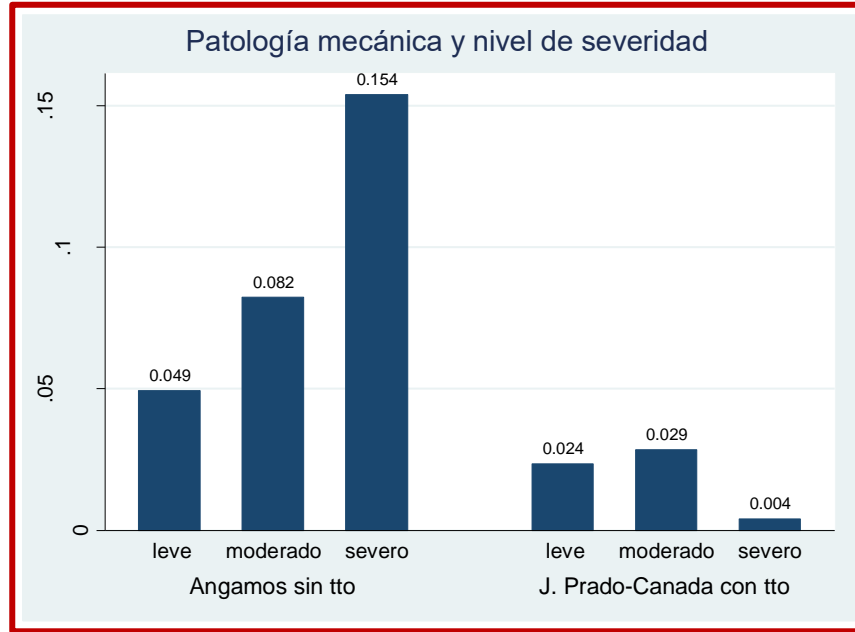
De la hipótesis, se aprueba la hipótesis específica: existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes físico.

5.6.3. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Mecánicos.

Porcentajes del área afectada por agente mecánico según nivel de severidad y por lugar.

En la Avenida Angamos que no tuvo tratamiento presentó patología mecánica de nivel severo en un 15.4%, frente a un 0.4% de severidad del análisis patológico del concreto estructural de la Avenida Paseo de la República, en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado - Avenida Canadá que si recibió tratamiento.

Gráfico 15. Patología agente mecánico y nivel de severidad



Fuente: elaboración propia

Con el test no paramétrica de U de Mann-Whitney, los porcentajes de los niveles afección por agente mecánico en Avenida Angamos (sin tratamiento) son más altas que las observadas del análisis patológico del concreto estructural de la Avenida Paseo de la República, en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado - Avenida Canadá (con tratamiento), con un valor $p= 0.000$ estadísticamente significativo al 95 % del nivel de confianza.

Gráfico 16. Porcentaje de los niveles de afectación por agente mecánico

```
Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test
```

lugar	obs	rank sum	expected
Angamos	14	293	203
javier prado	14	113	203
combined	28	406	406


```
unadjusted variance      473.67
adjustment for ties      -19.83
-----
adjusted variance        453.83
```

Ho: $dereaa \sim a(\text{lugar} == \text{Angamos}) = dereaa \sim a(\text{lugar} == \text{javier prado} - \text{canada})$
 $z = 4.225$
 $\text{Prob} > |z| = 0.0000$

Fuente: elaboración propia

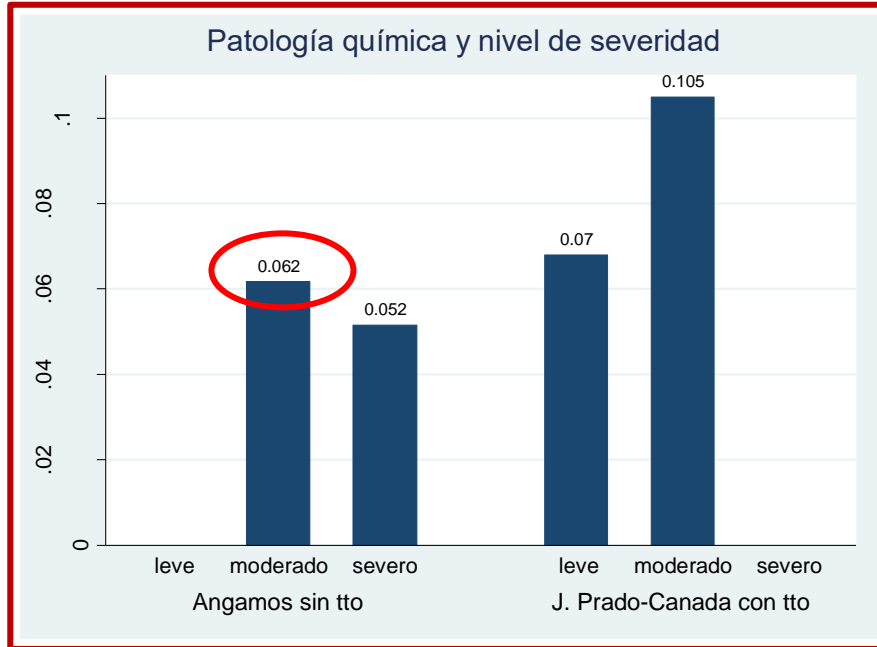
De la hipótesis, se aprueba la hipótesis específica: existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes mecánicos.

5.6.4. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Químicos y Biológicos.

Agentes Químicos

Porcentajes del área afectada por agente químico según nivel de severidad y por lugar. En la Avenida Angamos que no tuvo tratamiento presentó agente químico de nivel severo en un 5.2%, frente a ningún grado de severidad del análisis patológico del concreto estructural de la Avenida Paseo de la República, en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado - Avenida Canadá que si recibió tratamiento, sin embargo, si presentó un 10.5% de patología químico nivel moderado.

Gráfico 17. Patología agente químico y nivel de severidad



Fuente: elaboración propia

Con el test no paramétrica de U de Mann-Whitney, los porcentajes del área de afección por agente químico en Avenida Angamos (sin tratamiento) son más altas que las observadas en el Avenida Javier Prado – Avenida Canadá (con tratamiento), con un valor $p= 0.006$, estadísticamente significativo al 95 % del nivel de confianza.



Gráfico 18. Patología agente químico y nivel de severidad

```
Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test
```

lugar	obs	rank sum	expected
Angamos	5	15	27.5
javier prado	5	40	27.5
combined	10	55	55

unadjusted variance 22.92
adjustment for ties -1.94

adjusted variance 20.97

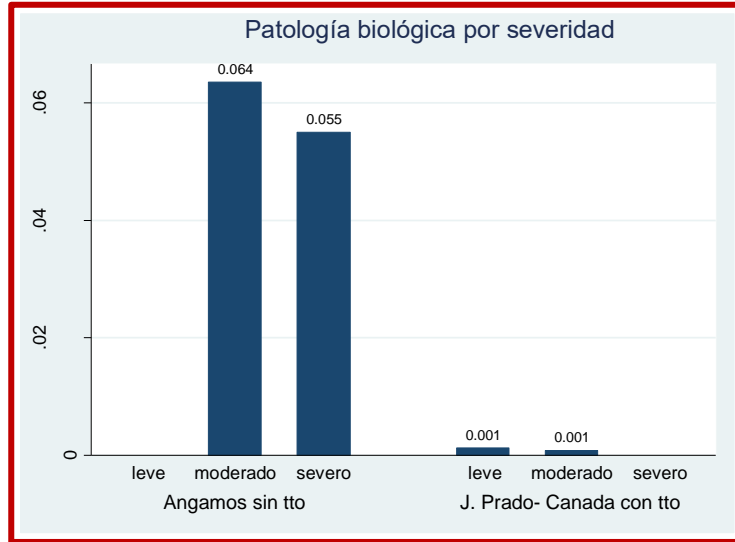
Ho: dereaa~a(lugar==Angamos) = dereaa~a(lugar==javier prado-canada)
z = -2.730
Prob > |z| = 0.0063

Fuente: elaboración propia

Agentes Biológicos

Porcentajes del área afectada por agente biológico según nivel de severidad y por lugar. En la Avenida Angamos que no tuvo tratamiento presentó patología biológica de nivel moderado en un 6.4% y un 5.5 % de nivel severo, frente a ningún grado de severidad en Avenida Javier Prado - Avenida Canadá que si recibió tratamiento.

Gráfico 19. Patología agente biológico y nivel de severidad



Fuente: elaboración propia

Con el test no paramétrica de U de Mann-Whitney, los porcentajes de los niveles afección por agentes biológicos en Avenida Angamos (sin tratamiento) son más altas que las observadas en la Avenida Javier Prado - Avenida Canadá (con tratamiento), con un valor $p=0.008$ estadísticamente significativo al 95 % del nivel de confianza.

Gráfico 20. Patología agentes biológicos y nivel de severidad

```
. ranksum dereaafectada, by(lugar)

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test
```

lugar	obs	rank sum	expected
Angamos	5	40	27.5
javier prado	5	15	27.5
combined	10	55	55

```
unadjusted variance      22.92
adjustment for ties      -0.56
-----
adjusted variance        22.36

Ho: dereaa~a(lugar==Angamos) = dereaa~a(lugar==javier prado- canada)
      z =      2.643
Prob > |z| =      0.0082
```

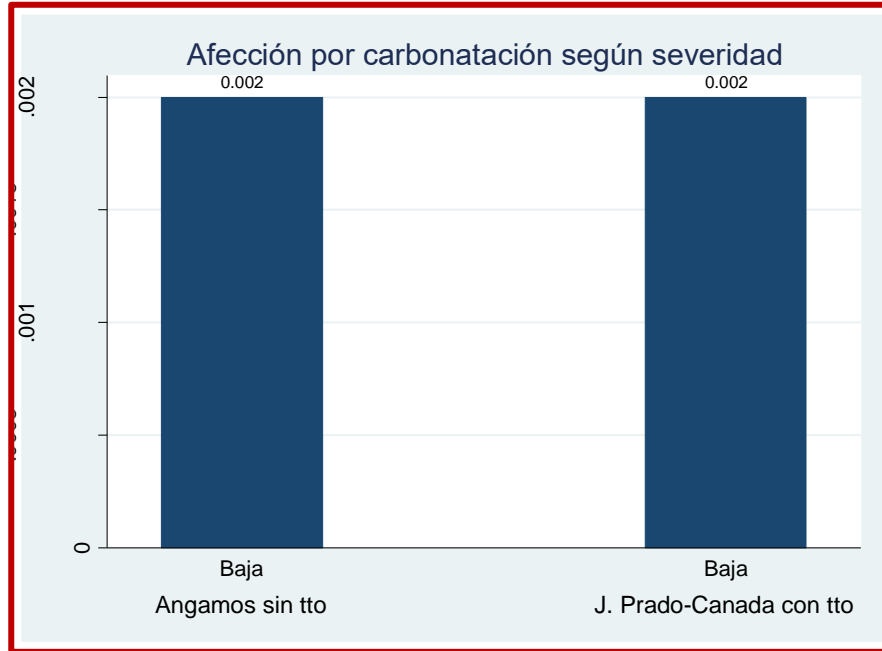
Fuente: elaboración propia

Por lo que al precisar, se aprueba la hipótesis específica: existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes químicos y biológicos.

1. CARBONATACION

Hubo baja afección por patología de carbonatación en ambas Avenidas con y sin tratamientos.

Gráfico 21. Carbonatación según nivel de severidad



Fuente: elaboración propia

Con el test no paramétrica de U de Mann-Whitney, los porcentajes del área afectada por carbonatación con baja severidad en Avenida Angamos (sin tratamiento) es igual a las observadas en los tramos Avenida Javier Prado - Avenida Canadá (con tratamiento), con un valor $p = 1$, al 95 % del nivel de confianza.



Gráfico 22. Área afectada por carbonatación

```
Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test
```

lugar	obs	rank sum	expected
Angamos	3	10.5	10.5
javier prado	3	10.5	10.5
combined	6	21	21


```
unadjusted variance      5.25  
adjustment for ties      -1.65  
-----  
adjusted variance       3.60
```

Ho: $dereaa \sim a(\text{lugar} == \text{Angamos}) = dereaa \sim a(\text{lugar} == \text{javier prado} - \text{canada})$
z = 0.000
Prob > |z| = 1.0000

Fuente: elaboración propia

Se aprueba la hipótesis planteada de los agentes externos – internos patológicos.



CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN

Discusión 1: Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico

Según (Morales Rivaa, 2018, pág. 23), obtiene un resultado de 10%, en esta investigación nos proyecta un 14%, debido a la presencia de corrosión del acero expuesto a ambientes diversos en los muros estructurales, su “nivel de severidad” es moderado.

Mientras para el presente estudio, el mayor daño se presenta en las unidades 20, 21, 27 con 64.88 m², presenta corrosión del acero en 30 cm del muro estructural. Esto se debe, a un mal planteamiento de recursos de reparación por (Babe, 1986) de las Avenidas del Paseo de la República en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado – Avenida Canadá.

El nivel de severidad predominante de toda la muestra de estudio es Moderado y necesita un mantenimiento urgente.

Discusión 2: Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Físico.

Según (Morales Rivaa, 2018, pág. 35), cuyo resultado arroja el 20% y en el presente estudio es 11.25%, debido a la erosión del concreto en los muros estructurales, afecta el elemento de una forma mínima.

Así mismo, en esta investigación, con respecto a sedimentación de sólidos el valor es bajo 3.02% en comparación de lo que recomiendan 30%.

En cuanto a los agentes físicos externos, el nivel de daño está presente en las unidades de muestra 1, 2; presencia de erosión. Encontramos una afectación en varios puntos de unidades de muestra.



Discusión 3: respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Mecánicos.

Según (Morales Rivaa, 2018, pág. 35), cuyo resultado arroja el 25% y en el presente estudio es 9.88%, esto se debe a los desprendimientos expuestos a ambientes diversos en los muros estructurales, se observa que la afectación en las unidades de muestra es mayor de 10 cm.

Mientras, en cuanto a los agentes Mecánicos externos el nivel de severidad es moderado son en las unidades de muestra 6, 8, 9, 10, 12, 13,16; presencia de desprendimientos en varios tramos de la Avenida Javier Prado – Avenida Canadá en el Paseo de la República.

Discusión 4: respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Químicos y Biológicos.

Según (Morales Rivaa, 2018, pág. 35), cuyo resultado arroja el 10% y en el presente estudio es 14%, esto se debe a la corrosión de acero expuesto a ambientes diversos en los muros estructurales.

Así mismo, el resultado de los ataques de sulfatos arroja 20% el cual define del resultado conseguido en la investigación, es 3.30%, esto se debe a la humedad de los jardines y los agentes diversos que compone la Avenida Paseo de la República en los tramos Avenida Javier Prado- Avenida Canadá. Mientras para este estudio, el mayor daño se presenta en las unidades 20, 21,27 con 64.88 m², presencia de corrosión del acero de refuerzo en 30 cm del muro estructural. Debido a un mal planteamiento de recursos de reparación de las Avenidas del Paseo de la República en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado – Avenida Canadá. El menor daño se encontró en la unidad de muestra 29 con 0.08% m², presencia de vegetación en la berma. El tipo de patología más frecuente o predominante “en todas las unidades es el agente externo Químico” (Babe, 1986): corrosión del acero en 255 m², equivalente 14.00% en todas las muestras analizadas.

Estos resultados denotan, que dichos agentes patológicos, debilitan la estructura de los muros en la intersección de las Avenidas Javier prado- Avenida Canadá en la Avenida del Paseo de la República.



Prueba de Carbonatación

Para (Montani, 2000) el concreto cuando pierde propiedad, reduce su capacidad de defensa al acero de refuerzo ante la corrosión. Un PH pierde valor descendiendo a un nivel 9 o inferior (AATH, 2001, pág. 120).

Se presencia que la estructura cuenta con una carbonatación baja, que alcanza una profundidad no alarmante de 2.00 cm, el cual es aceptable para una construcción mayor de 50 años, como en este caso del muro estructural de la Avenida Paseo de la República en la intersección de los tramos estudiados Avenida Javier Prado – Avenida Canadá. A pesar del hecho de que la carbonatación es la razón del mayor porcentaje de corrosión, en términos del daño que provoca y de los costos de sus efectos.

Cálculos esclerométricas realizadas en sitio. (Ensayo no destructivo)

Según (ACI 318, 2005), cuyo resultado arroja un valor de 300 g/ cm², cumpliendo con la norma establecida. La prueba del esclerómetro, se asigna “que el concreto tiene una resistencia media” se establece en 320 kg/ cm². Esto indica un adecuado diseño de mezclas en el concreto.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

Conclusión General.

Se identificaron las diferencias significativas que existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas. Son las siguientes: corrosión del acero 14.00%, erosión 11.25%, desprendimientos 9.88%, fisuras 8.51%, sedimentación de sólidos 3.02%, ataque de sulfatos 3.30%, grietas 6.58%, carbonatación 2.74%, álcali- sílice 0.01%, álcali-carbonato 0.01%; la patología más frecuente la corrosión del acero. El grado de severidad en el presente estudio, es moderado (Rivva, 2006), por lo tanto, se acepta la hipótesis general planteada.

Tabla 20. Características físicas encontradas

Características físicas identificadas	
Presencia de corrosión	Ataque de ácidos
Erosión	Grietas
Desprendimientos	Carbonatación
Fisuras	Alcali-silice
Sedimentación de sólidos	Alcali-carbonato
Corrosión del acero	Ataque de sulfatos

Fuente: elaboración propia (2018).

Conclusiones Específicas

Se identificaron las diferencias significativas que existen entre las estructuras donde “se aplica el método de detección y tratamiento de patologías” y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes físicos, se presenta los siguientes agentes : los agentes físicos externos su nivel de “severidad es severo” por (Rivva, 2006) se encuentra en las unidades 1, 2; por presencia de erosión en los tramos de la intersección de las Avenidas Javier Prado-Avenida Canadá en la Avenida Paseo de la República. Asimismo, se encuentra en la muestra número 3, obteniendo una severidad moderada. En las unidades número 4, 5; por presencia de sedimentación de sólidos y erosión del concreto; teniendo un “nivel de severidad leve” (Rivva, 2006).



Tabla 21 Agentes físicos

Agentes físicos

Erosión del concreto
Sedimentación de solidos
Ensayo de carbonatación

Fuente: elaboración propia (2018).

Se identificaron las diferencias significativas que existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes mecánicos, son las siguientes: los agentes Mecánicos externos se encuentra un “nivel de severidad” es moderado (Rivva, 2006) son en las unidades 6, 8, 9, 10, 12, 13,16; presencia de desprendimiento del concreto en varios tramos de la Avenida Javier prado – Avenida Canadá en la Avenida Paseo de la República. En las unidades de muestra 7, 11,14,15,17,18,19; presencia de desprendimiento de concreto y en algunas muestras se observa mayor daño, grietas, fisuras mayores de lo permitido 0.05; se encontró un “nivel de severidad severo” (Rivva, 2006).

Tabla 22. Agentes mecánicos

Agentes mecánicos

Desprendimiento
Grietas
Fisuras

Fuente: elaboración propia (2018).



Se identificaron las diferencias significativas que existen entre las estructuras donde “se aplica el método de detección y tratamiento de patologías” y las convencionales (Enrique Pasquel, 1998), respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes “químicos y biológicos” (Piedrahita Adriana, 2004), se presenta los siguientes agentes patológicos: los muros estructurales están expuestos a la constante infiltración de agua, ya que en dicha zona no hay un adecuado drenaje, el tiempo de construcción de la edificación son algunos factores de los agente externos e internos. Como lo indican los resultados de los ensayos de carbonatación, de los análisis obtenidos del ensayo del esclerómetro, se asigna 320 kg/cm² es una resistencia media del concreto, esto nos indica que el diseño de mezcla cumplió con el control de calidad.

Tabla 23. *Agentes Químicos y Biológicos*

Agentes químicos	Agentes biológicos
Ensayo de carbonatación	Infiltración de agua(drenaje)

Fuente: elaboración propia (2018).



CAPÍTULO VIII. RECOMENDACIONES

Recomendación General.

Se recomienda, un pronto mantenimiento a los muros estructurales de la Avenida Paseo de la República en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado – Avenida Canadá. Ya que se evidencian según este estudio las siguientes patologías: agentes físicos (sedimentación de sólidos, erosión), agentes mecánicos (desprendimientos, fisuras, grietas), agentes químicos y biológicos (corrosión del acero, ataque de sulfatos, carbonatación, álcali-silice).

Materiales a usar: concreto, “acero de refuerzo, los aditivos, productos de protección (poliméricos y epóxicos) cumplirán con un debido control en la aplicación” (Helene & Pereira, 2003, pág. 90).

Tabla 24. Características físicas encontradas

Características físicas identificadas	
Agentes físicos	Sedimentación de sólidos
	Erosión del concreto
Agentes mecánicos	Desprendimientos
	Fisuras
	Grietas
Agentes químicos	Corrosión del acero
	Ataque a sulfatos
	Carbonatación
Agentes biológicos	Álcali-silice
	Álcali-carbonato

Fuente: elaboración propia (2018).



Recomendaciones Específicas.

Entre las estructuras donde se aplica el método de detección por tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes físicos, Se recomienda limpieza del área estudiada de la Avenida Paseo de la República en la intersección de los tramos Avenida Javier Prado – Avenida Canadá sedimentación de sólidos, en cuanto a la erosión de los muros estructurales se debe resanar la zona estudiada en los tramos señalados.

Materiales a usar: los aditivos, productos de protección superficial (poliméricos y epóxicos) deben de cumplir con la calidad y los requisitos de aplicación. Se “realizara un adecuado mantenimiento preventivo de los muros estructurales” (Helene & Pereira, 2003, pág. 90).

Entre las estructuras donde se aplica el método de detección por tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes mecánicos, Se recomienda para las fisuras aplicar selladores flexibles, en base a poliuretano, es resistente a la humedad del ambiente, así como la inyección con mortero. El proyectista tomara en cuenta las condiciones ambientales que experimentan cambios, debido a efectos a diversos factores.

Materiales a usar: los aditivos, “productos superficiales (poliméricos y epóxicos) cumplirán con la debida calidad en la aplicacion”(Helene & Pereira, 2003, pág. 90).

Entre las estructuras donde se aplica el método de detección por tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas en comportamiento ante agentes Químicos y Biológicos, Se recomienda dar un mantenimiento a la estructura que presenta corrosión, ya que se encuentra en mayor porcentaje, asimismo, se debe eliminar toda la vegetación que presenta los tramos estudiados.

La eflorescencia que ocurre en los muros estructurales, se debe resanar con epóxico, previamente limpiar la zona afectada que se va a tratar.

Materiales a usar: concreto, los aditivos, productos de protección superficial (poliméricos y epóxicos) deben de cumplir con la calidad y los requisitos de aplicación. A continuación se necesita un adecuado plan de prevención (Helene & Pereira, 2003, pág. 90).



A los futuros ingenieros civiles, se debe de investigar el método de detección por tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas, otra orientación de futura investigaciones similares a la presente integrando un sistema que registre un comportamiento de todos los agentes patológicos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AATH. (2001). *Tecnología del Hormigon*. Buenos Aires: Asociacion Argentina de Tecnologia del Hormigon.
- ACI 318. (2005). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. MICHIGAN: FARMINGTON HILLS. Obtenido de https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_318-05_Espanhol.pdf
- ACI-201. (1992). *ACI 201*. Usa: Aci.
- Altuve. (1990). *Metodología de la Investigación. Módulo Instruccional*. Caracas: Experimental Simón Rodríguez.
- Arias. (2006). *metodo de investigacion*. Obtenido de <https://proyectoseducativoscr.wordpress.com/elaboracion-del-ante-proyecto/capitulo-iii-marco-metodologico-de-la-investigacion/3-3-poblacion-y-muestra/>
- Babe. (1986). *mantenimiento y reconstrucción de edificios*. Habana: Ministerio de Educación Superior.
- Bavaresco. (1996). *Proceso Metodológico de la Investigación. 3era. Edición*. Venezuela: Servicios Bibliotecarios de la Universidad del Zulia.
- C805/C805 ASTM, M. (2013). *Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete*. NORMA ASTM C805.
- Calavera, J. (2005). *Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado*. España: INTEMAC S.A.
- Colet, F. (2016). *Patología Estructural*. Caracas: Universidad Santa María.
- D Sánchez, d. G. (2002). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bhandar Editores.
- Díaz, P. (2014). *Protologo para los estudios de Patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado en Colombia*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Dominguez, J. (2015). *Manual de metodología de la investigación científica. 3a ed. Uladech catolica,*. Chimbote: imprenta editora grafica real s.a.c.
- Enrique Pasquel, p. (1998). *Temas de tecnologia del concreto*. Lima: COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU.
- Fernández, J. M. (2015). *Revista redalyc*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/1939/193915927005/>
- Gonzales Omar, G. (2008). *Influencia del agrietamiento del concreto en la corrosión del acero de refuerzo*. Oaxaca, Mexico: Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional.
- Hernández, Fernández, & Baptista. (1998). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Huaman John, J. F. (Junio de 2015). *DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN ALBAÑILERÍA CONFINADA DEL CERCO PERIMÉTRICO DE LA RESIDENCIA Y PROGRAMA*



DE PASTOS DE LA UNIVERSIDAD SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA, DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO. Ayacucho, Perú: Universidad Católica Los Ángeles Chimbote.

- Husni, R. (2009). *acciones sobre las estructuras de hormigón*. Obtenido de http://www.mda.cinvestav.mx/alconpat/internacional/contenido/re_ebook_ai/DEMO_R/HTML/Capitulo1/Capitulo.htm
- IDECPERÚ, G. (2012). vía expresa-paseo de la república. *Revista Perú Vías. Edición N° 8*, 24-25.
- IMCYC, c. I. (Marzo de 2009). Obtenido de IMCYC: <http://www.imcyc.com/ct2009/mar09/PROBLEMAS.pdf>
- jonkers, h. (setiembre de 2010). *raeng*. Obtenido de Materials & Environment Research Group: <https://www.raeng.org.uk/publications/other/bioconcrete-a-novel-bio-based-material>
- Juan, M. (1997). *el análisis exhaustivo del proceso patológico con el objeto de alcanzar las conclusiones que nos permitan proceder a la reparación consiguiente*.
- Kostyk, Barry, & Pamell, J. (1984). "An Effective Repair for Leaking". *Revista Concrete Construction*, 594-596.
- Meza, J. H. (27 de noviembre de 2016). *In Crescendo.Ingenieria*. Obtenido de <file:///D:/trabajo%20pao/TECNICO%20DE%20COMP/modulo%201/1453-4746-1-PB.pdf>
- Montani, r. (2000). *La carbonatación, enemigo olvidado del concreto*. Obtenido de Imcyc: <http://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/carbonatacion.htm>
- Monteiro, & Mehta. (1993). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*. The McGraw- Hill Companies.
- Morales Rivaa. (2018). Lima.
- MTC. (2017). *DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MTC*. Lima: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MTC.
- Nader E Martelo, C. (2007). *patología estructural que presentan las losas de entrepisos, vigas y juntas de dilatación de los tres niveles y rampa del estacionamiento de la torre ACO; análisis, causas y soluciones*. Caracas: Universidad Alejandro De Humboldt.
- Oré, T. J. (2014). *Manual De Preparación, Colocación y Cuidados Del Concreto*. Lima: Sencico.
- Parra, B., & Vásquez, P. (2014). *patología, diagnóstico y propuesta de rehabilitación de la vivienda de la familia Bermeo Alarcón*. Cuenca, Ecuador: Universidad De Cuenca.
- Paulo R, H. d. (1997). *Manual para la Reparación, Refuerzo y Protección de las Estructuras de Concreto*. Florida, Mexico: M. en A. Soledad Moliné Venanzi .
- Pineda, E., Alvarado, E., & Canales, F. (1994). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.



- Rivva, E. (2006). *Durabilidad y Patología del concreto*. Lima: Asocem.
- Rodriguez Norman, A. (febrero de 2011). determinación y evaluación de las patologías en muros de albañilería de instituciones educativas sector oeste de piura. Piura, Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- Rojas, Y. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima: Editorial San Marcos.
- Sabino, M. (1988). *el proceso de investigación*. Barcelona: Cid Editor.
- Saldaña, M. M., & Rojas, R. D. (junio de 2009). *Patologías constructivas en los edificios prevenciones y soluciones*. Asuncion: Facultad de ARQUITECTURA, DISEÑO y ARTE.UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN.
- Sergio, C. D. (2009). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: editorial San Marcos.
- Sheila, C. (2011).
- Suárez Eduardo, F. d. (junio de 2012). PROPUESTAS METODOLÓGICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE TESTIGOS DE PRESAS CON PROBLEMAS EXPANSIVOS. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Tamayo, T. M. (2003). *Proceso de Investigación Científica*. Mexico: Limusa Noriega Editores.
- Tatiana, F., & Ricardo, P. (2008). PATOLOGÍAS, CAUSAS Y SOLUCIONES DEL CONCRETO. *Scielo*, 125.
- Thomas., S. (1940). *cdigital*. Obtenido de http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020121479/1020121479_004.pdf
- Torre, J. O. (octubre de 2014). *MANUAL DE PREPARACIÓN, COLOCACIÓN Y CUIDADOS DEL CONCRETO*. Obtenido de sencico: file:///G:/TESISP/MANUAL_DE_PREPARACIÓ%3BN,_COLOCACIÓ%3BN_Y_CUIDADOS_DEL_CONCRETO.pdf
- Vieitez, J., & Ramirez, J. (1984). THE PATHOLOGY OF CONSTRUCTION IN SPAIN. *Cátedra de Estructuras. Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao*.
- Yauri Perez, L. (2013). “Estudio analítico para contrarrestar las patologías en estructuras de concreto armado y contribuir en la vida útil de las edificaciones de centros de salud en la ciudad de Huaraz. Huaraz, Perú: Universidad los angeles de chimbote.

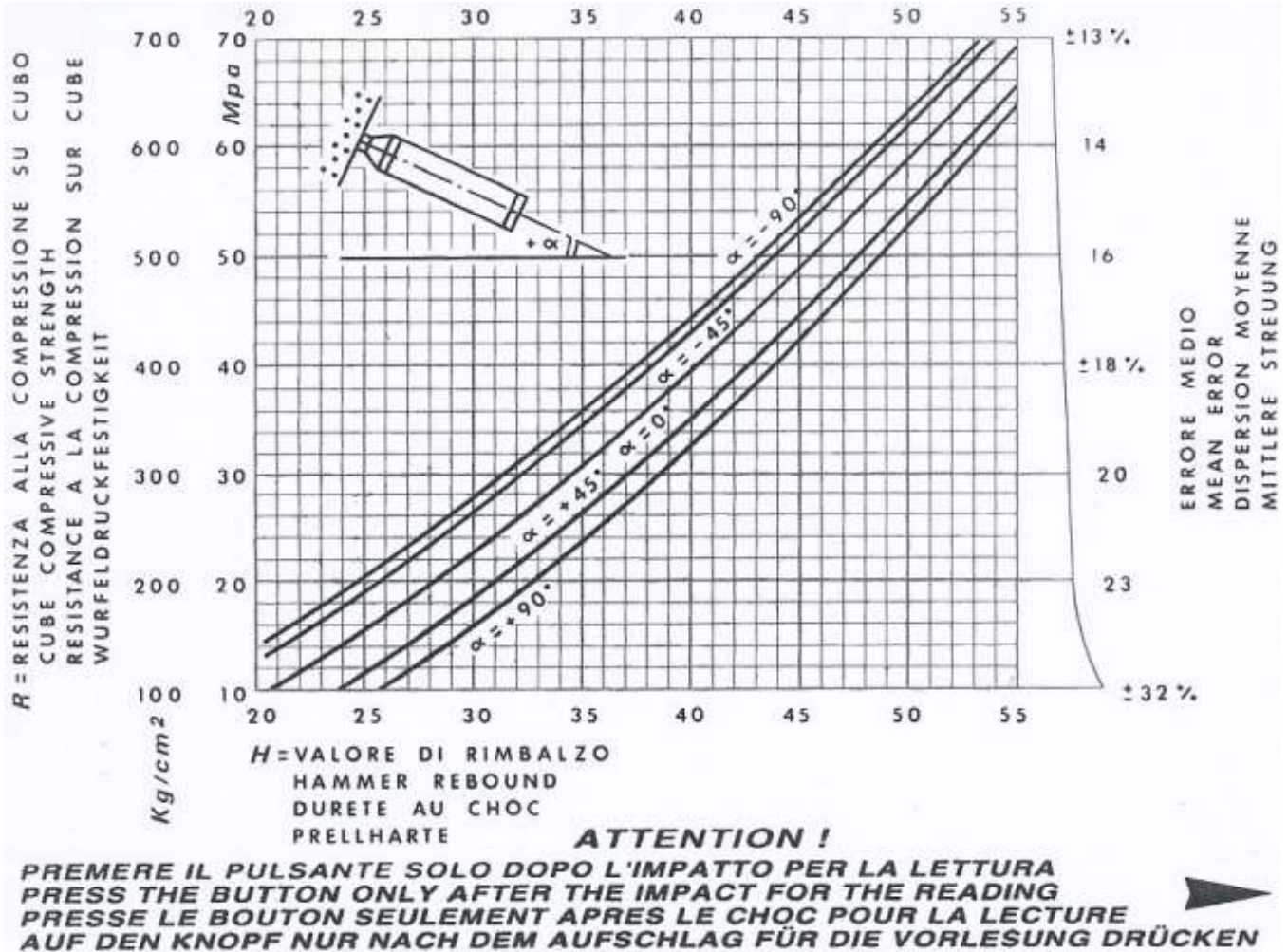


ANEXOS

- 1. Tabla del esclerómetro**
- 2. Matriz de consistencia**
- 3. Plano de ubicación**
- 4. Solicitud de préstamo del esclerómetro**
- 5. Anexos de agentes externos e internos**



Tabla del esclerómetro





Matriz de consistencia

TESIS: “TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE PATOLOGÍAS EN SISTEMAS DE CONCRETO ESTRUCTURAL UTILIZADOS EN PASEO DE LA REPÚBLICA (VIA EXPRESA) EN LA PROVINCIA DE LIMA”

Planteamiento del problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Método
¿Qué diferencias existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patología y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas?	Identificar las diferencias que existen entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patologías y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas.	Existen diferencias significativas entre las estructuras donde se aplica el método de detección y tratamiento de patología y las convencionales, respecto al mejoramiento de sus características físicas	Variables Independientes Aplicar el método de detección y tratamiento de patología.	Determinación de la intervención del muro estructural en estudio, en función a la valoración de indicadores in situ.		TIPO DE INVESTIGACION Descriptivo-comparativa METODOLOGICAMENTE Mixta ENFOQUE ELEGIDO Explicativo POR LA MANIPULACION DE VARIABLES No experimental POR EL TIPO DE MATERIAL DE ESTUDIO No Probabilístico ENFOQUE Cualitativo-cuantitativo INSTRUMENTOS Esclerómetro Centímetro Fenolftalina
			Variable Dependientes Mejoramiento de sus características físicas.	Es el artículo de las lesiones o enfermedades de las construcciones, en sus diferentes estados patológicos.(n avarro, pino y julver)	Agentes Externos Agentes físicos	
					Agentes mecánicos	
				Agente químico y biológico		

Plano de ubicación



Solicitud de préstamo de esclerómetro



SOLICITUD DE PRESTAMO DE ESCLEROMETRO

Lima, 09 Abril del 2018

Señores:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Presente.-

Atención : Ing.Fanny Rita Valdivieso Garcia
Directora de Ingenieria Civil

Referencia : Tesis
"Tratamiento y Prevención de Patologías en sistemas de concreto estructural utilizado en paseo de la república (vía expresa) en la Provincia de Lima"

Asunto : Solicitud de Préstamo de Esclerómetro

De mi consideración:

Por la presente le hago llegar mi más cordial saludo y a la vez les informarle que en mi calidad de Bachiller de Ingeniería Civil, vengo realizando la actualización de datos tomados hace 2 años para el trabajo de Tesis, "TRATAMIENTO Y PREVENCION DE PATOLOGIAS EN SISTEMAS DE CONCRETO ESTRUCTURAL UTILIZADOS EN PASEO DE LA REPUBLICA (VIA EXPRESA) EN LA PROVINCIA DE LIMA" en el lugar de lima metropolitana en las av. Canadá hasta av. Javier Prado, para determinar su intervención, en el cual, dentro de sus objetivos esta hacer ensayos no destructivos esclerómetro de Schmidt (Ensayo esclerométrico) para determinar la resistencia actual del concreto en cada una de las partes del muro de concreto estructural.

Por tal motivo solicito en calidad de préstamo un (01) esclerómetro. Para desarrollar tal actividad para lo cual asumo la responsabilidad del caso. En los días 13 y 14 de abril del 2018.

De manera agradezco su colaboración.

Atentamente

Handwritten signature of Paola Goyoneche Linares

Paola Goyoneche Linares

Handwritten signature of Ing. Fanny Valdivieso Garcia and circular stamp of the University of Northern Peru, Faculty of Civil Engineering, Lima.

Ing. Fanny Valdivieso Garcia
Directora de Ingenieria Civil
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.

Handwritten note: Se entregó conforme el equipo e igual de devolución 16/04/18

Handwritten signature of Lic. Edika Espinoza Caldera and circular stamp of the University of Northern Peru, Faculty of Civil Engineering, Lima.

Lic. Edika Espinoza Caldera
Coordinador de Lab. Ing. Civil
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.



Anexo de agentes externos e internos

Anexos de reparación de los agentes externos e internos patológicos.

1. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico.

Tabla 1

Tabla 25.

Recomendaciones del método de detección y tratamiento patológico.


Características agentes físicos	Pasos	Imagen
Corrosión de acero	<p>Limpiar la superficie con una lija dejándola libre de polvo, grasa, pintura suelta y oxido superficial. Forma una capa protectora, no se precisa eliminar las capas de óxido solo las capas sueltas. Es compatible con el concreto y diversos tipos de pintura.</p>	
	<p>Aplique el transformador de óxido, aplique una primera mano directamente del envase con brocha cubriendo la superficie oxidada. Esperé que actué neutralizando el óxido.</p>	
	<p>Aplique una segunda mano después de una hora. Deje secar 24 horas para pintar o vaciar el concreto.</p>	

Fuente: elaboración propia (2018)

Para los siguientes agentes patológicos como es el agente físico tenemos:

2. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Físico.

Tabla26.
Recomendaciones respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico.

Características agentes físicos	Pasos	Imagen
<p>sedimentación de solidos</p>	<p>Limpia la superficie con una lija dejándola libre de polvo, grasa, pintura suelta y óxido superficial. Forma una capa protectora, no se precisa eliminar las capas de óxido solo las capas sueltas. Es compatible con el concreto y diversos tipos de pintura.</p>	
<p>erosión</p>	<p>Primero limpiamos la superficie donde ha sido afectado, eliminando todo polvo, grasa, pintura y aceite de la superficie, dejando solo lo que esta estructuralmente sano.</p> <p>Luego aplicaremos epóxico (Polyepox “o” Universal) de más adherencia; de 2 componentes que se utiliza para unir concreto nuevo a concreto antiguo o con todo material de construcción. Puede usarse puro, como puente de adherencia, como relleno de cangrejeras o anclajes.</p>	




Fuente: elaboración propia (2018)

Para los siguientes agentes patológicos como es el agente mecánico tenemos:

3. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Mecánicos.

Tabla27.

Recomendaciones respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico.

Características agentes físicos	Pasos	Imagen
<p>Desprendimientos</p>	<p>Primero limpiamos la superficie donde ha sido afectado, eliminando todo polvo, grasa, pintura y aceite de la superficie, dejando solo lo que esta estructuralmente sano.</p> <p>1. Luego aplicaremos epóxico (Polyepox “o” Universal) de más adherencia; de 2 componentes que se utiliza para unir concreto nuevo a concreto antiguo o con todo material de construcción. Puede usarse puro, como puente de adherencia, como relleno de cangrejeras o anclajes.</p> <p>2. proceda a vaciar su mezcla inmediatamente después de aplicado el producto. Si desea acelerar el proceso de fraguado agregue a la mezcla Chema Estruct.</p>	
<p>Fisuras</p>	<p>Para sellar pequeñas fisuras 0mm- 5mm y rajaduras superficiales, recomendamos Chemaflex.</p> <p>Uso: concreto fresco o endurecido, concreto antiguo como curador, endurecedor, impermeabilizante y protector contra intemperismo, los ácidos. También protege contra la humedad y la eflorescencia del salitre.</p>	
<p>Grietas</p>	<p>1. Primero limpiamos la superficie donde ha sido afectado, eliminando todo polvo, grasa, pintura y aceite de la superficie, dejando solo lo que esta estructuralmente sano.</p> <p>Colocamos Polyepox Endur Gel, pegamento epóxico 100% solidos tixotrópicos, ideal para reparar o unir superficies disparejas, así como relleno de grietas y anclajes en diferente posiciones, en columnas, paredes y otros. Se usa como gel para reparaciones verticales o sobre cabeza.</p>	


Fuente: elaboración propia (2018)

Para los siguientes agentes patológicos como es el agente químico tenemos:

4. Respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico ante Agente Químicos y Biológicos.

Tabla 28.

Recomendaciones respecto a la aplicación del método de detección y tratamiento patológico.

Características agentes Químicos	Pasos	Imagen
<p>Ataque de sulfatos</p>	<p>Limpiar la superficie con una lija dejándola libre de polvo, grasa, pintura suelta y óxido superficial. Forma una capa protectora, no se precisa eliminar las capas de óxido solo las capas sueltas. Es compatible con el concreto y diversos tipos de pintura.</p>	
	<p>Colocar barreras, recubrimientos de resguardo por toda la superficie, así evitaremos el contacto con algunas sustancias y el hormigón. Agregar material químico resistente al diseño de mezcla del Hormigón. Usar epóxico que proteja los muros estructurales.</p>	
	<p>Aplicar una segunda mano después de una hora. Deje secar 24 horas para pintar o vaciar el concreto.</p>	

Fuente: elaboración propia (2018)



Tabla29.
Tipos de Protección

TIPO DE PROTECCIÓN SUPERFICIAL	TEMPERATURA MÁXIMA DE SERVICIO (°C)	ACIDOS INORGANICOS	ACIDOS ORGANICOS		
			DEBIL	MODERADO	FUERTE
Epóxicos	66		•	•	
Epóxico-Novolac	80	•			
Methacrylatos	-		•		
Poliéster	107		•	•	
Silicato de potasio	1093	*	•	•	•
Uretanos	66-122	•	•	•	
Vinil	104-127	•	•	•	
PVC	-	•	•	•	•
Ladrillos	Alta	*	•	•	•
Ladrillos c/carbón	-	•	•	•	•

* No aplica para ácido fluorhídrico (HF)


Fuente: Emmons (1993)

Tabla 30

Características	Pasos	Imagen
	<p>Después de realizar el cepillado del acero y limpieza del concreto.</p>	
<p>Carbonatación</p>	<p>Emplearemos el uso de Chema Megaplast 1000 M súper plastificante de última generación para concreto y mortero, a base de policarboxilatos. Amplio efecto dispersante sobre el cemento, sin cloruros.</p> <p>-Adicionar Chema Megaplast 1000M en el agua que se efectuara la mezcla húmeda. En ningún caso adicionar Chema Megaplast 1000M sobre la mezcla seca. Se deben preparar mezclas a nivel laboratorio para la dosis adecuada, la dosis podría variar por influencia de las características del componente del hormigon.</p> <p>-El concreto elaborado con Chema Megaplast 1000M, pueden ser manejado bajo proceso de constructivo convencional.</p> <p>-Se debe vigilar el correcto proceso de curado a fin de asegurar el desarrollo de propiedades mecánicas en el tiempo.</p>	

Fuente: elaboración propia (2018)

Tabla 31

Características agentes Biológicos	Pasos	Imagen
<p>1. Álcali- sílice. 2. Álcali- carbonato.</p>	<p>Para este agente patológico se desarrolla por la presencia de microorganismos biológicos en la zona de investigación, utilizaremos el mismo sistema de protección correspondiente agentes físicos.</p> <p>Usaremos: aditivos penetrantes</p>	

Fuente: elaboración propia (2018)

Para el drenaje deteriorado.

1. Mantenimiento de los drenajes y sustituir por nuevos, para que el muro estructural no presente eflorescencia.

Tipologías del concreto

El concreto estructural se ejecutara con cemento tipo I, arena, piedra chancada grosor máximo $\frac{3}{4}$ ", la relación será de 0,40 en agua cemento (Morales Rivaa, 2018). Se pondrá en la mezcla los aditivos (protección / trabajabilidad) protegen la corrosión, son:

MASTHERRHEOBUILD 1000, aditivo para el concreto; RHEOMACRODEX, micro sílice, el TETRAGUARD AS20 BASF, aditivo reductor de retracción; MASTERLIFE CI 222, aditivo inhibidor contra la corrosión (Dominguez, 2015). Utilizar aditivos similares.



Imagen 21. Sika bitumen



HOJA TÉCNICA Sika® Bitumen

Pintura asfáltica impermeable

DESCRIPCIÓN DEL

Sika® Bitumen es un imprimante asfáltico que proteger estructuras enterradas de concreto, cemento, madera o metal contra el agua.

PRODUCTO

USOS

- Para proteger cimentaciones enterradas contra la humedad y el agua (no potable)
- Proteger paredes exteriores de cisternas, tanques o piscinas.
- Para impermeabilizar jardineiras
- Muros de contención

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® Bitumen proporciona los siguientes beneficios:

- Impermeabiliza eficientemente
- Fácil aplicación
- Protege contra soluciones salinas, aguas agresivas o ácidas débiles
- Al secar no se agrieta ni se chorrea
- Viene listo para ser aplicado
- Forma una capa impermeable inclusive al vapor de agua
- Protección de concreto armado en contacto con aguas agresivas
- Larga durabilidad

DATOS BÁSICOS

ASPECTO	Líquido
COLOR	Negro
PRESENTACIÓN	Envase PET x 4 Litros
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL 2 años en su envase original bien cerrado y bajo techo. Mantener alejado de fuentes de ignición.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 0.87 +/- 0.01 Kg/L

Hoja Técnica
Sika®Bitumen
12.05.15, Edición 2

1/3



La parte de imagen con el identificador de relación r5139 no se encontró en el archivo.



Imagen 22. Sikamur injectocream-100.

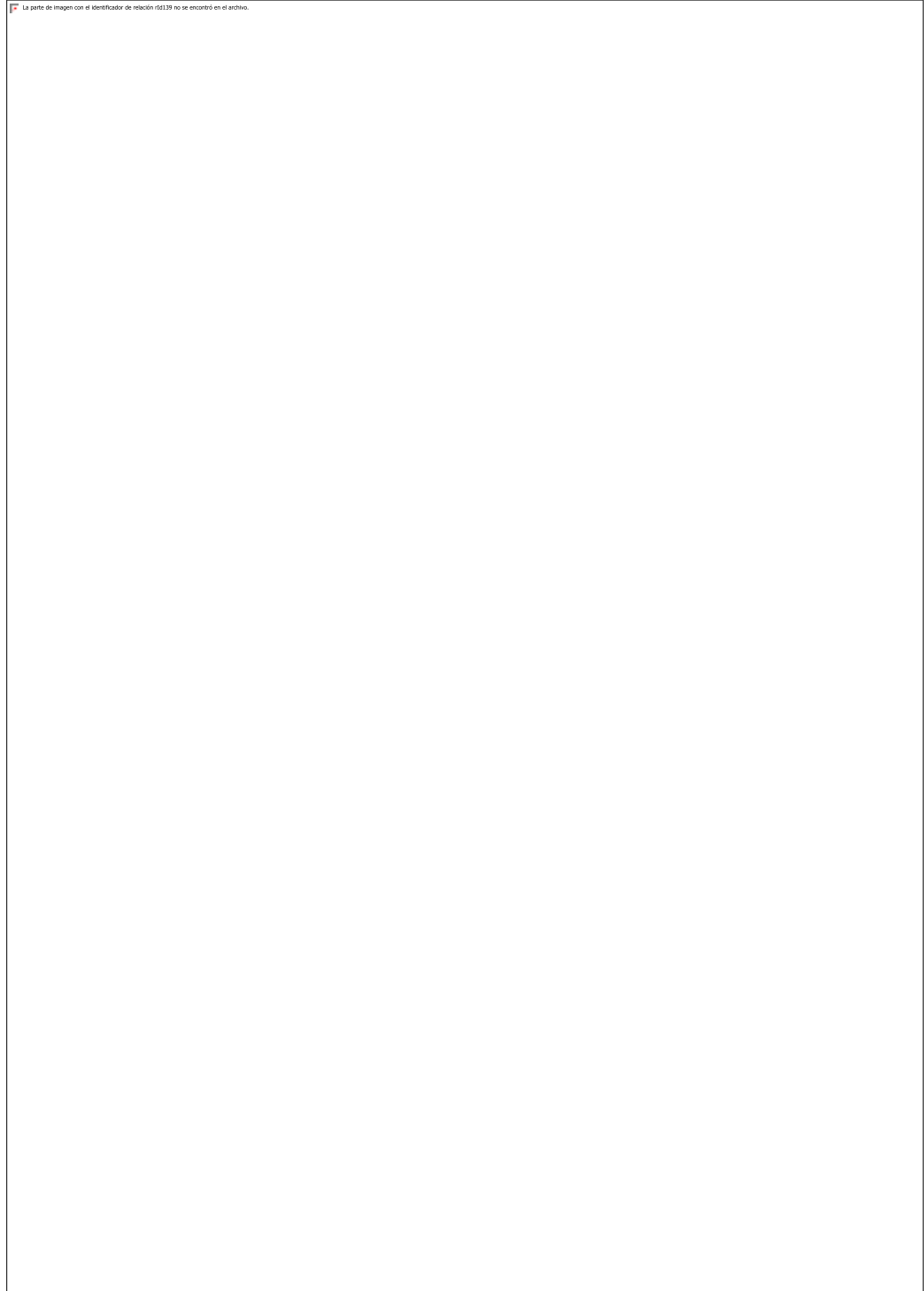






Imagen 23.Sika 1

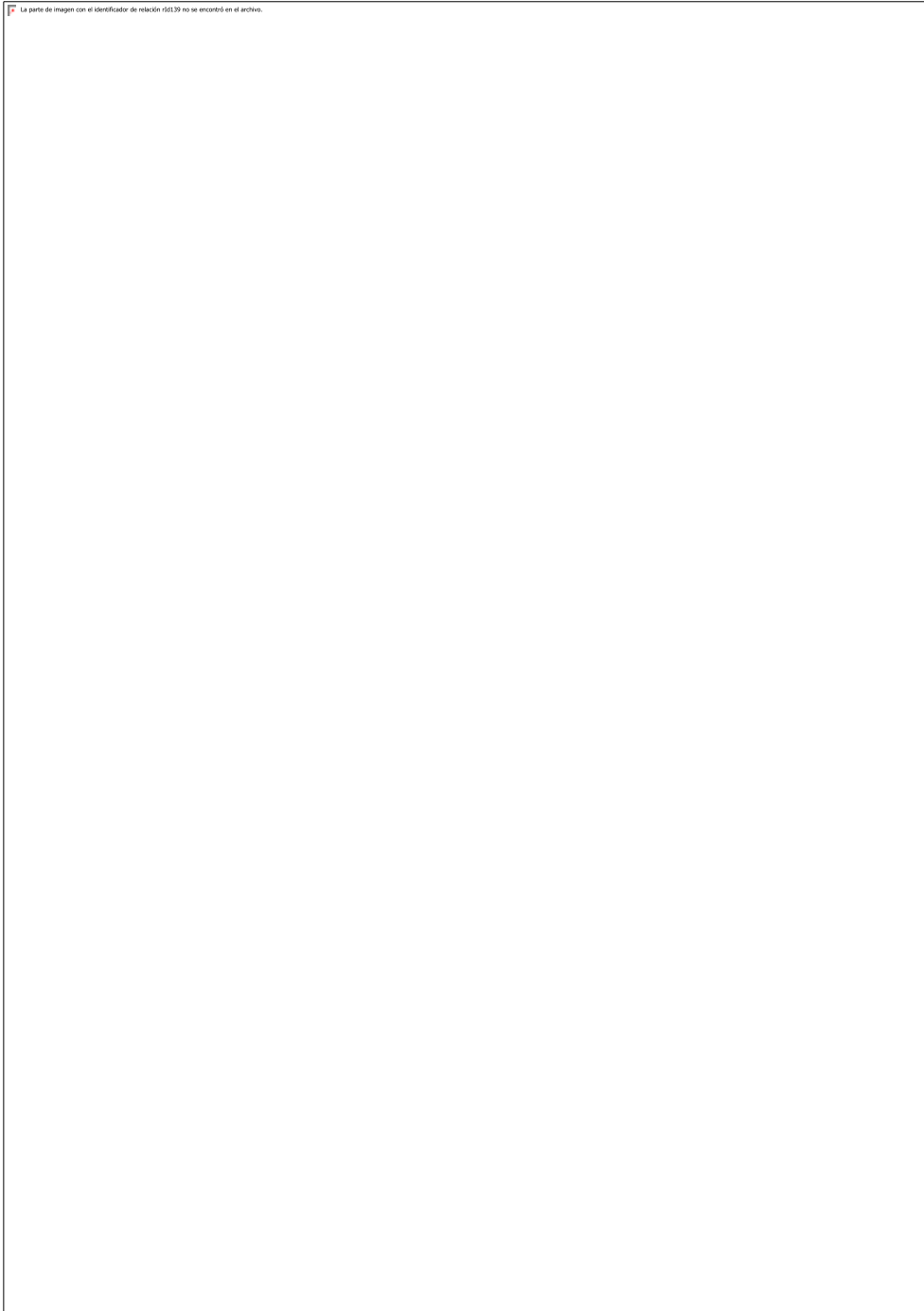
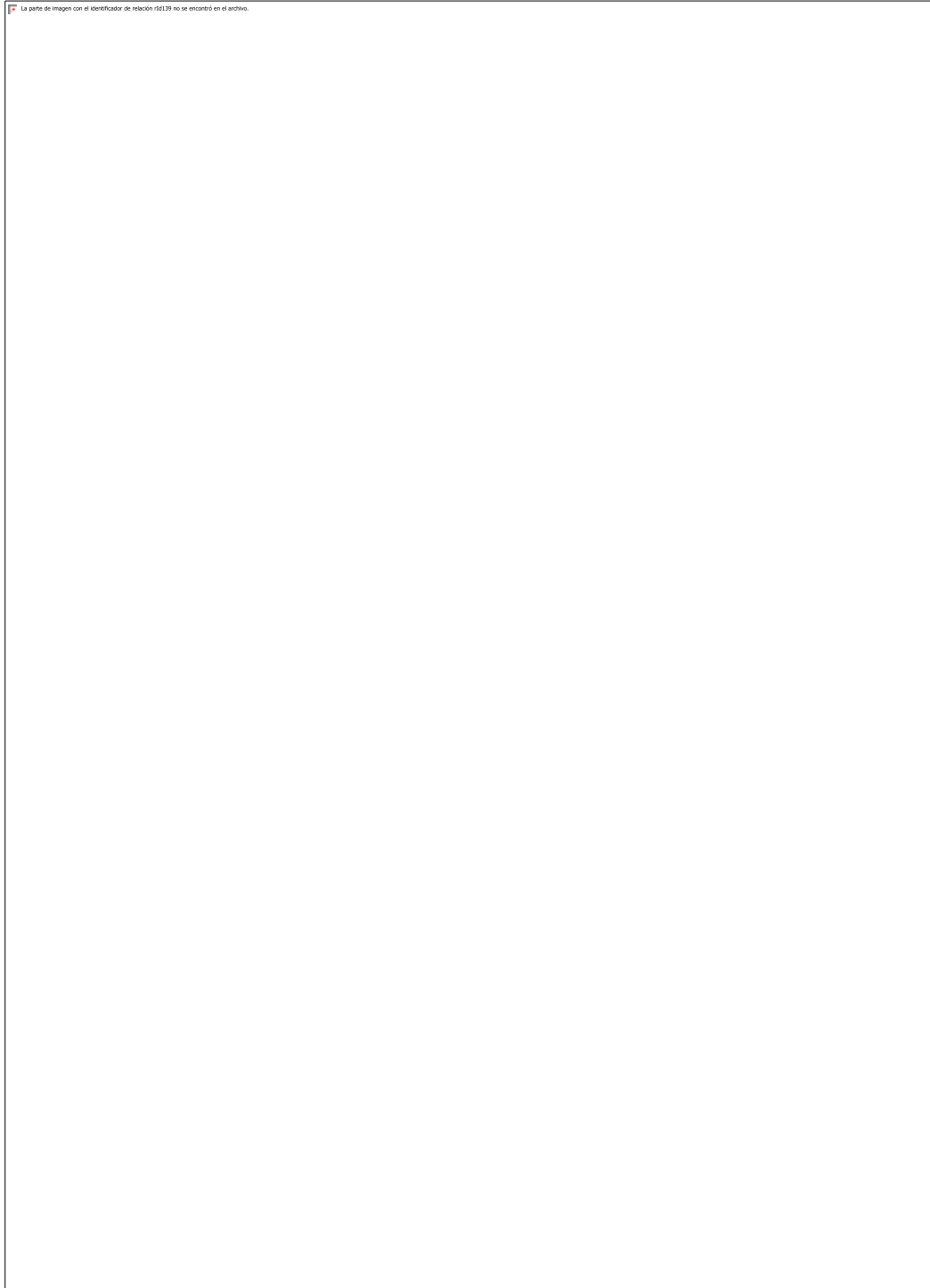




Imagen 24. Chema transformador de óxido.



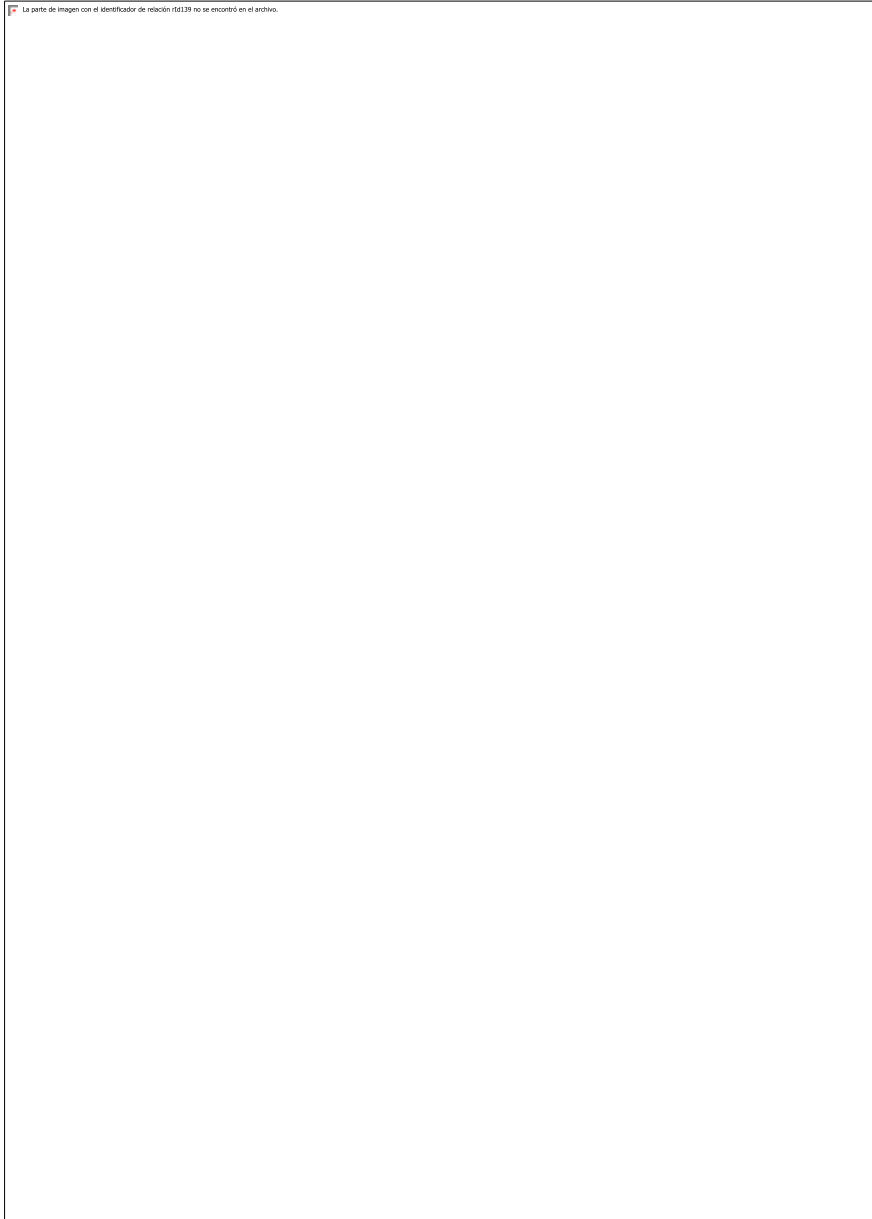
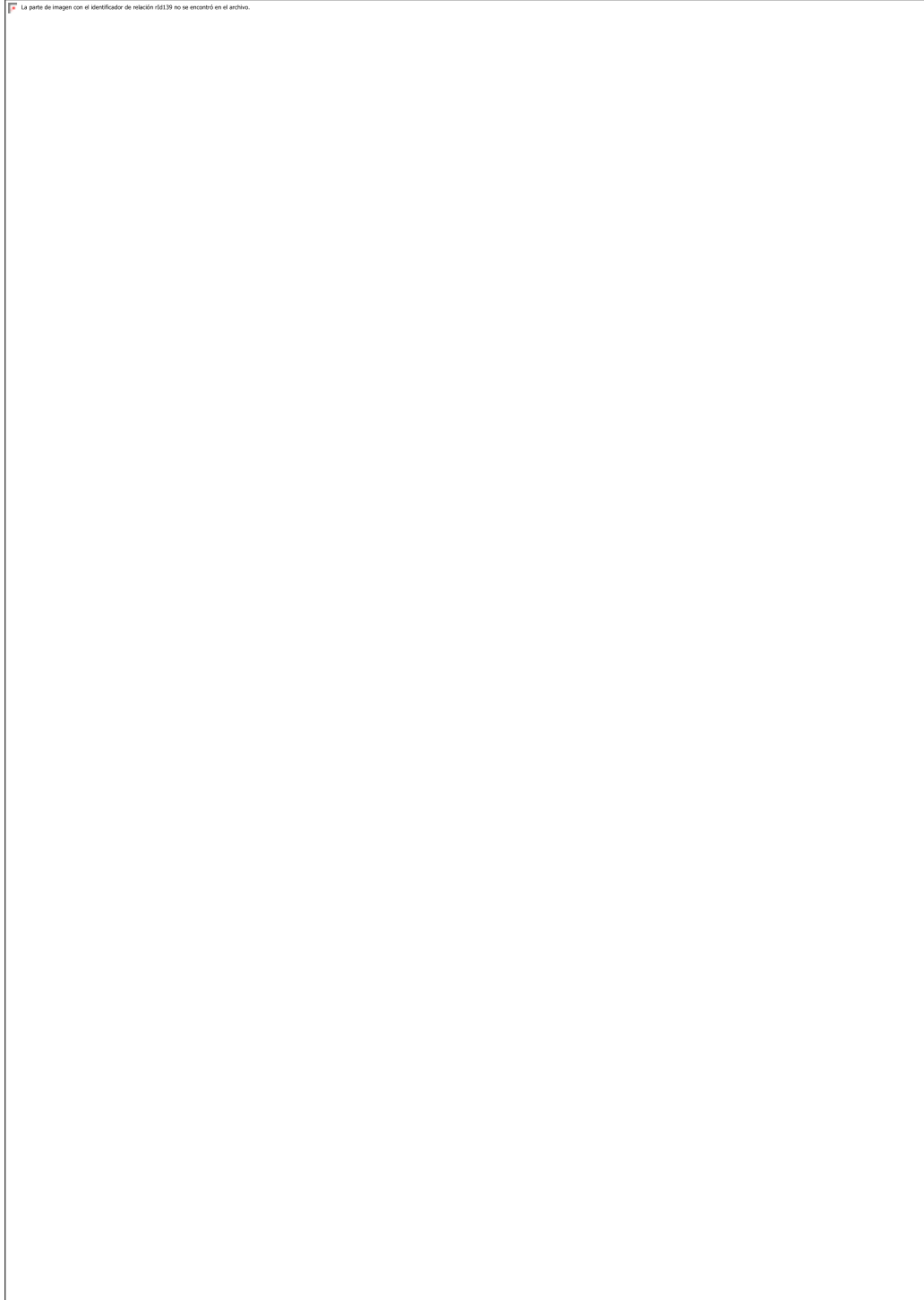




Imagen 25. Chema inhibidor de corrosión

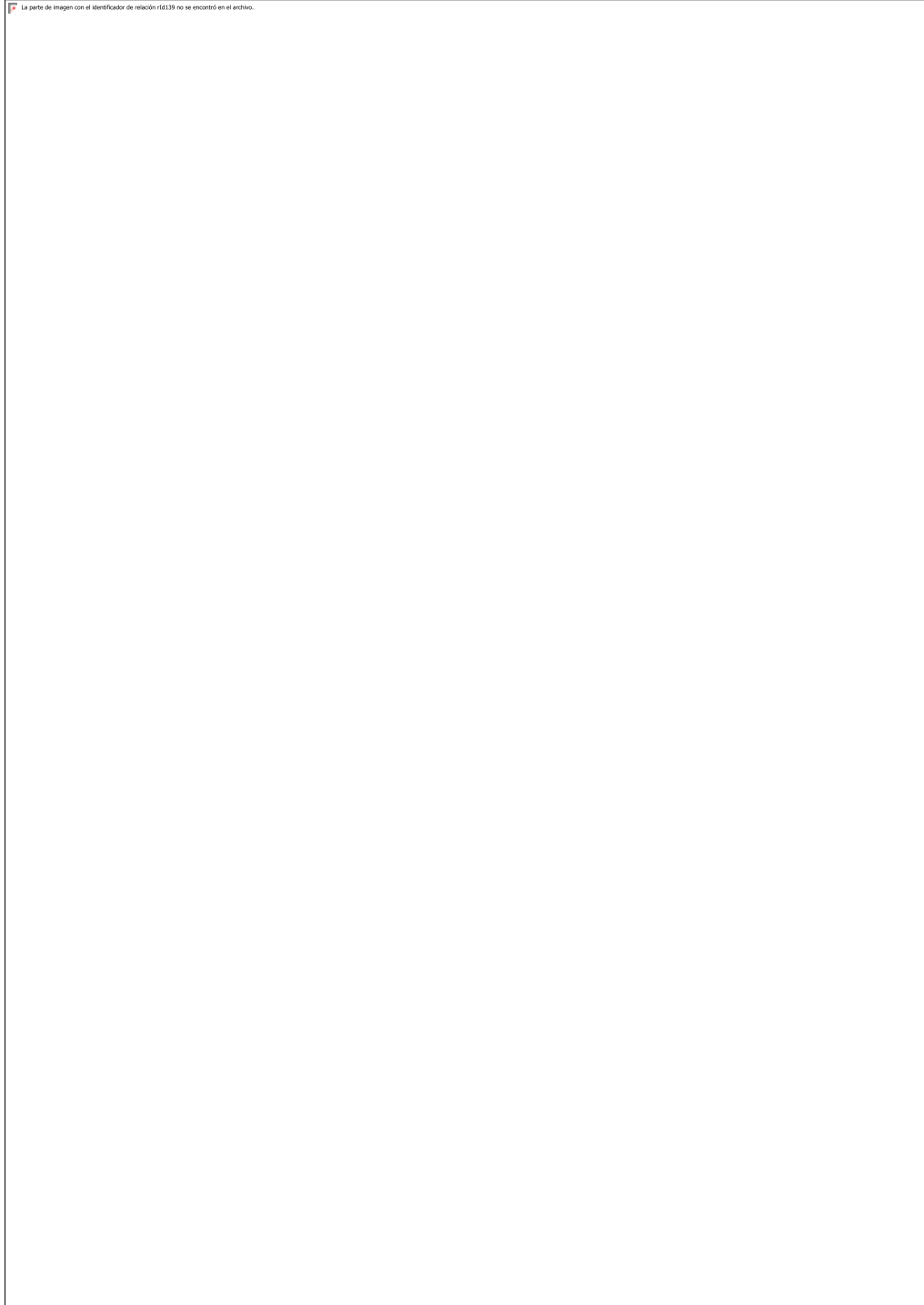




La parte de imagen con el identificador de relación r5139 no se encontró en el archivo.



Imagen 26. Sikadur 32 gel.





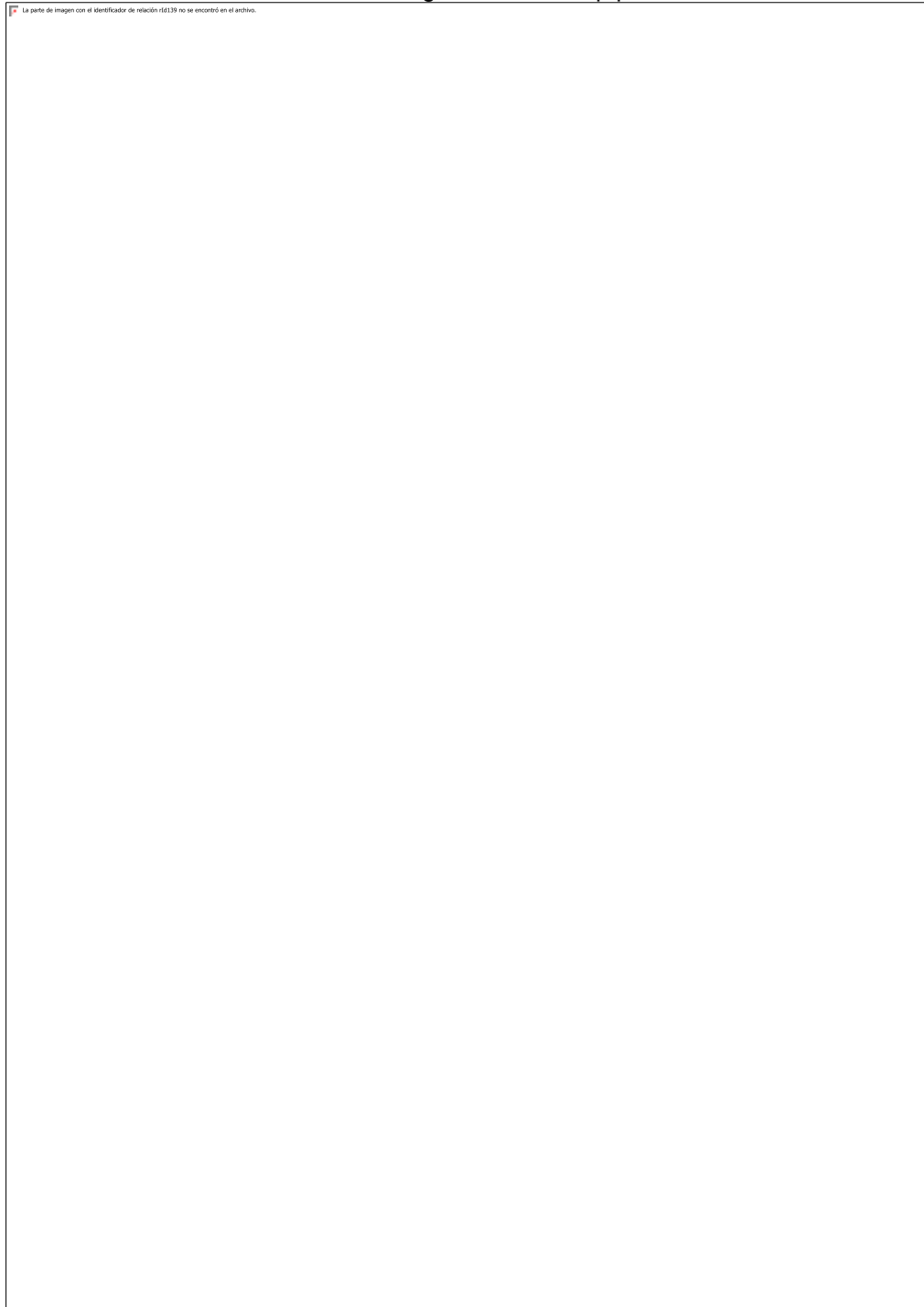
UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

“Tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en la
Avenida Paseo de la República (vía expresa) en la intersección de los tramos
Avenida Javier prado - Avenida Canadá en la provincia de Lima”

La parte de imagen con el identificador de relación r5139 no se encontró en el archivo.



Imagen 27. Sika Rep pe

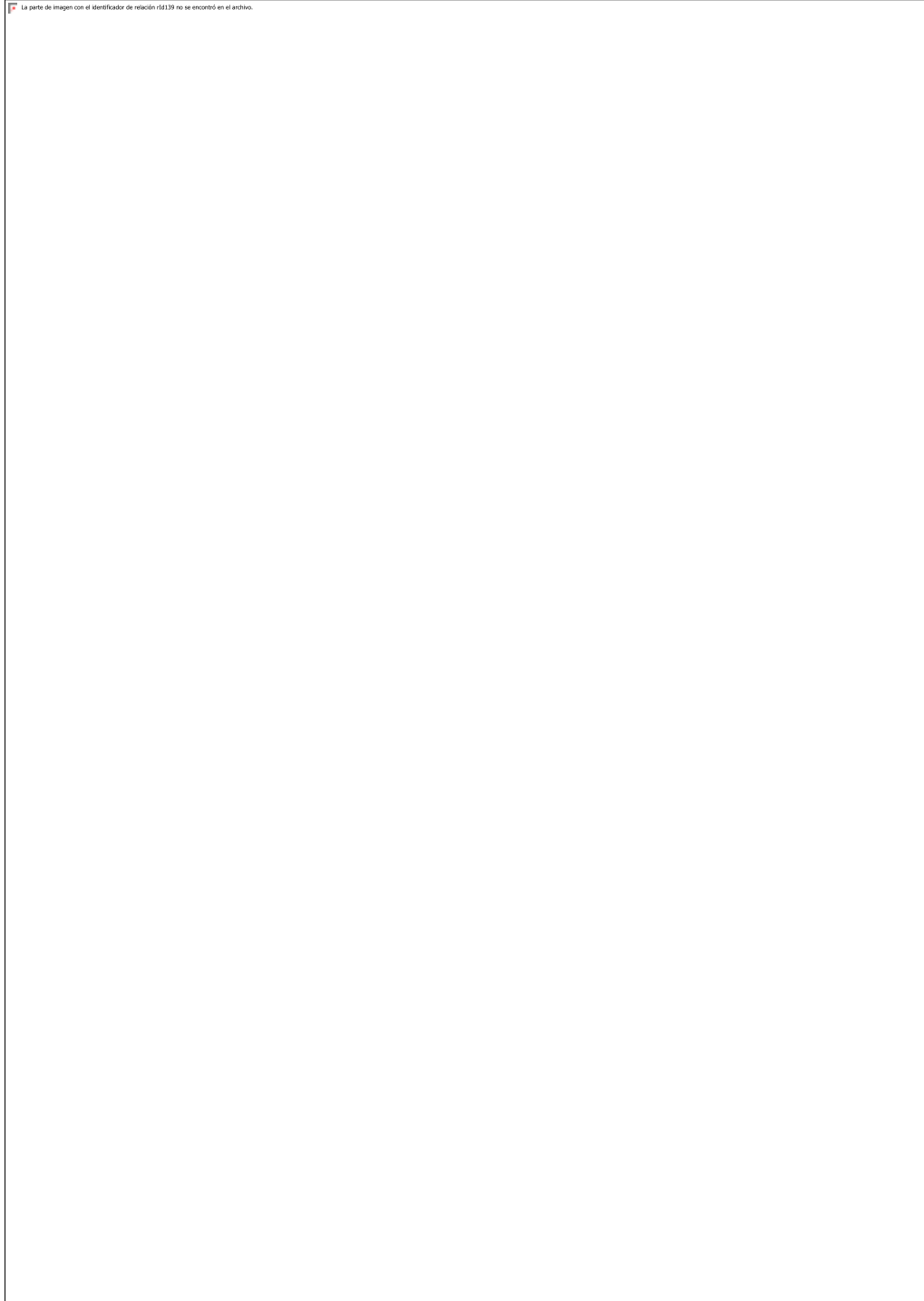




La parte de imagen con el identificador de relación r5139 no se encontró en el archivo.



Imagen 28. Sika Igol sella muro.





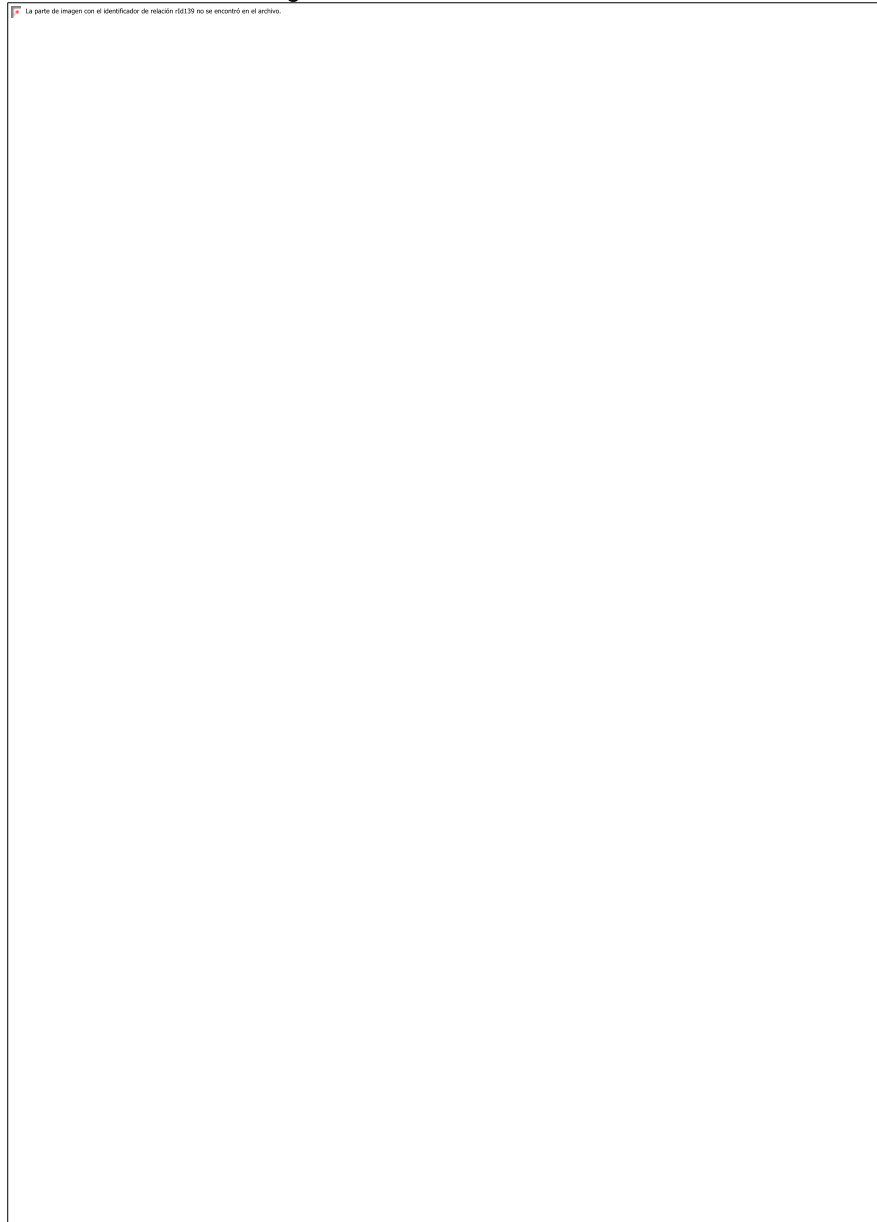
UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

“Tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en la
Avenida Paseo de la República (vía expresa) en la intersección de los tramos
Avenida Javier prado - Avenida Canadá en la provincia de Lima”

La parte de imagen con el identificador de relación r5139 no se encontró en el archivo.



Imagen 29. Chema clean multiuso.



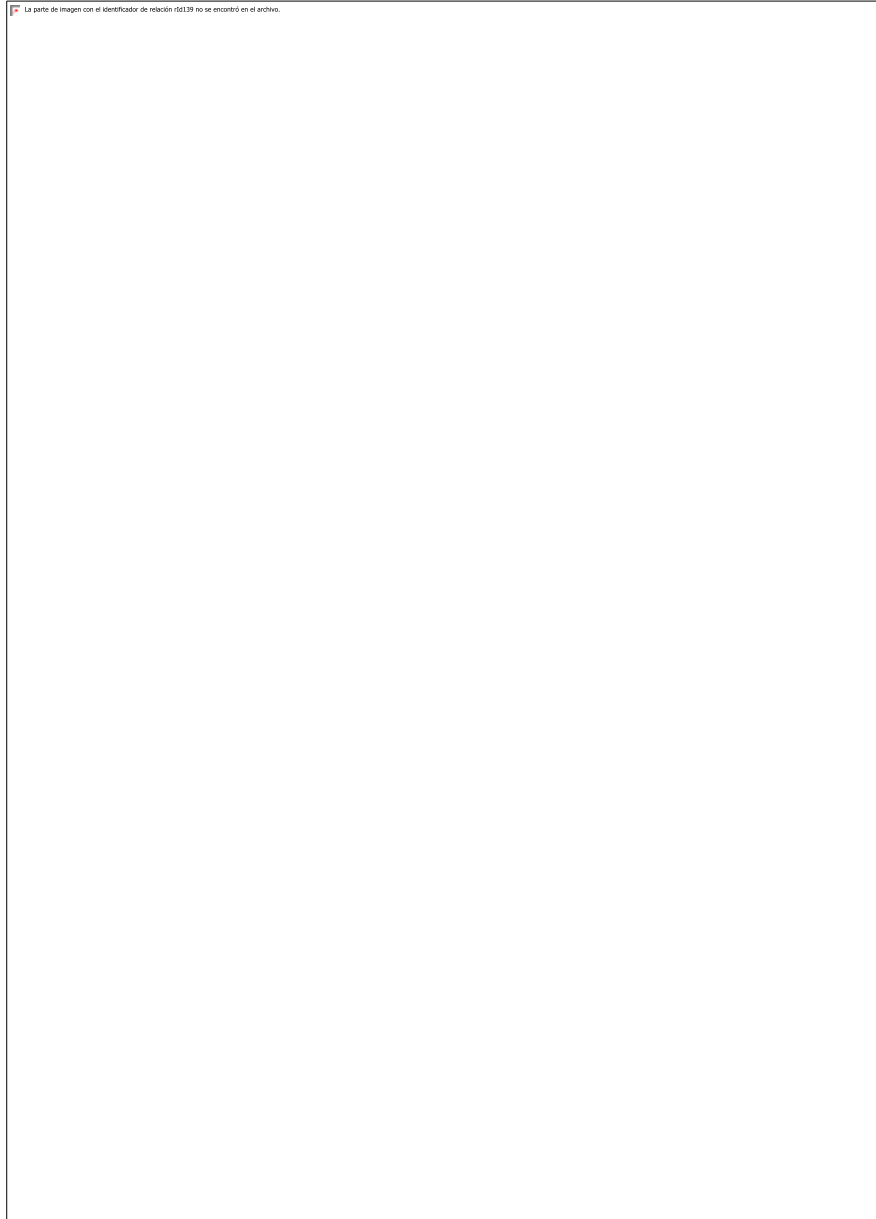
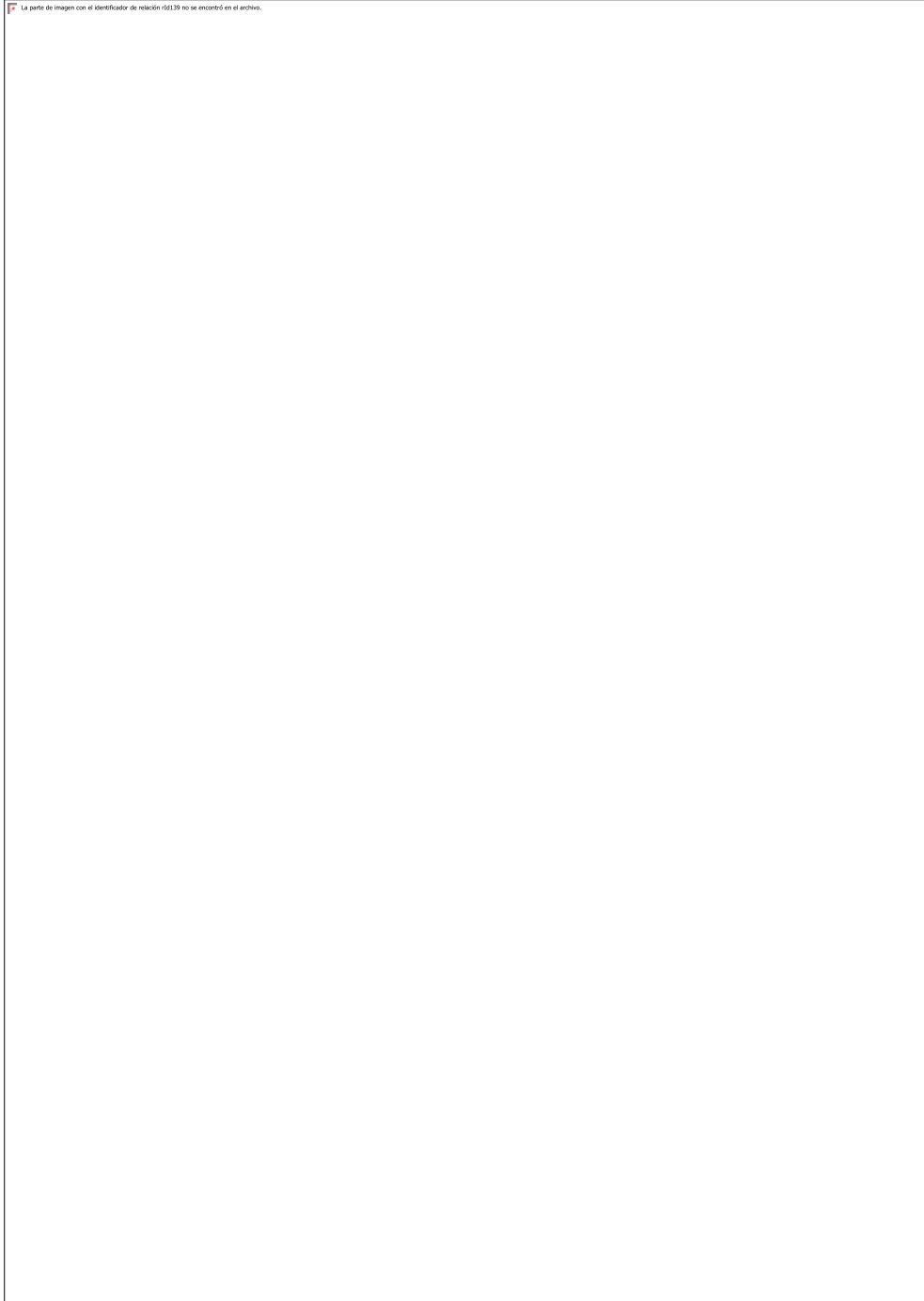




Imagen 30. Chematop.





La parte de imagen con el identificador de relación r5139 no se encontró en el archivo.