



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE**

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**“EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS
DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS
ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON
UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE
LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE
EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL
FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO
DE PIURA, ABRIL 2018”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. MONTALVAN CORDOVA CONFESOR

ASESOR:

MGTR: CARMEN CHILON MUÑOZ

PIURA – PERÚ

2018

1. TÍTULO DE LA TESIS

“Evaluación y determinación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Chanro con una luz de 91 metros, en la progresiva 57 +100 km. De la carretera empalme 1b-Buenos Aires-Canchaque en el caserío Chanro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018”

2. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR

MGTR: MIGUEL ANGEL CHAN HEREDIA

PRESIDENTE

MGTR: WILMER OSWALDO CORDOVA CORDOVA

MIEMBRO

ING: ORLANDO VALERIANO SUAREZ ELIAS

MIEMBRO

MGTR: CARMEN CHILON MUÑOZ

ASESOR

3. HOJA DE AGRADECIMIENTO

En el presente proyecto de investigación de tesis, en primer lugar doy las gracias a Dios por cuidarme, por guiarme por este buen camino y por haberme dado la vida para poder hacer realidad el sueño tan esperado y anhelado.

A la **UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE** por abrirme sus puertas, por darme esa oportunidad de realizar mis estudios y formarme un profesional.

Dar las gracias también a mis profesores que en el día a día durante mi tiempo de estudio, tuvieron esa responsabilidad de convertirme en un profesional, a todos ellos por aportar de sus conocimientos y ser parte de mi vida.

En verdad son muchas las personas que hicieron posible este sueño, las que me acompañaron durante mi vida profesional, dándome sus consejos, su apoyo incondicional, el ánimo y las fuerzas de triunfadores, las que estuvieron ahí conmigo en momentos buenos y malos. A todos ellos agradezco desde lo más profundo de mi alma, que dios los bendiga y los proteja siempre.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con amor y cariño a dios por haberme guiado y forjado lo que soy, y para todas las personas que me apoyaron durante este tiempo de estudio en convertir en realidad este sueño. A mis queridos Padrecitos y Hermanos un agradecimiento de todo corazón porque siempre estuvieron en los momentos que los necesitaba y me dieron las fuerzas y motivaciones para salir adelante.

4. RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación de tesis tiene como principal objetivo determinar y evaluar la cantidad de patologías, su grado de severidad y la condición global del Puente Vehicular Chanrro situado sobre el Río Chanrro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanrro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura. Este proceso se ha desarrollado haciendo uso de la Guía de evaluación de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, utilizando la metodología del SCAP en la cual hemos podido obtener los resultados estadísticos y de campo de toda la estructura.

La tesis se ha enfocado en el desarrollo de varios capítulos con la finalidad de relacionar e identificar teorías que nos ayuden a realizar nuestra investigación. En el primer capítulo se centra en lo que es una breve introducción acerca de los Puentes, la importancia de estos en nuestro país y la problemática con las que se encuentran. En el segundo Capítulo consta de la Revisión de la Literatura. En ello se tiene algunos antecedentes internacionales, nacionales y locales como también las bases teóricas que definen el concepto y tipos de Puentes, el tipo de patologías que se encuentran en las estructuras de concreto armado de un puente etc. En los demás capítulo están; la metodología de cómo se desarrolló nuestra investigación, los resultados encontrados y su análisis que establece el estado de dicho Puente.

Dentro de las conclusiones tenemos el porcentaje de cada patología que se han obtenido: la patología que mayor participación tuvo es las fisuras con un 25% de todo el área evaluado y con una condición estadística de 2.69 correspondiendo un estado Regular al Puente Vehicular Chanrro situado sobre el Río Chanrro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanrro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura.

PALABRAS CLAVE: PUENTE - PAVIMENTO – PATOLOGÍA – CONCRETO ARMADO - LOSA

ABSTRACT

The following thesis research work has as its main objective to determine and evaluate the number of pathologies, their degree of severity and the overall condition of the Chanrro Vehicular Bridge located on the Chanrro River on Carretera Empalme 1B-Buenos Aires - Canchaque, in Caserío Chanrro district San Miguel del Faique Province of Huancabamba Department of Piura. This process has been developed using the Bridge Evaluation Guide of the Ministry of Transport and Communications, using the SCAP methodology in which we have been able to obtain the statistical and field results of the entire structure.

The thesis has focused on the development of several chapters in order to relate and identify theories that will help us to carry out our research. In the first chapter focuses on what is a brief introduction about the bridges, the importance of these in our country and the problems with which they are. In the second Chapter consists of the Literature Review. In this there is some international, national and local background as well as the theoretical bases that define the concept and types of bridges, the type of pathologies found in the reinforced concrete structures of a bridge, etc. In the other chapters they are; the methodology of how our research was developed, the results found and their analysis that establishes the state of said Bridge.

Within the conclusions we have the percentage of each pathology that has been obtained: the pathology that had the greatest participation is the fissures with 25% of the whole area evaluated and with a statistical condition of 2.69 corresponding a regular status to the Chanrro Vehicular Bridge located above the Chanrro River on Carretera Empalme 1B-Buenos Aires - Canchaque, in the Caserío Chanrro district San Miguel del Faique Province of Huancabamba Department of Piura.

KEY WORDS: BRIDGE - PAVEMENT - PATHOLOGY - CONCRETE ARMADO - LOSA

5. CONTENIDO

ÍNDICE	Pag
1. TÍTULO DE LA TESIS	ii
2. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR	iii
3. HOJA DE AGRADECIMIENTO	iv
4. RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
5. CONTENIDO	viii
6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Marco Teórico: Antecedentes.	5
2.2. Marco Conceptual.	34
III. HIPÓTESIS.	73
IV. METODOLOGÍA	73
4.1. Diseño de la Investigación.	73
4.2. Población y Muestra.	75
4.3. Definición y Operacionalización de las Variables.	76
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	76
4.6. Matriz de Consistencia.	77
4.9. Principios éticos.	80
V. RESULTADOS	81
5.1. Resultados.	81
5.2. Análisis de Resultados.	100
VI. CONCLUSIONES.	113

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.....	114
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	115
ANEXOS.....	121
Plano de Ubicación y Localización.....	123
Planos de Patologías en los Elementos del Puente Chanro.....	124

6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS

INDICE DE IMÁGENES:

Figura 1. Ubicación Geográfica del Puente Román.....	6
Figura 2. Deterioro de los guardacantos y juntas de expansión.....	8
Figura 3. Elementos de enlace en placas de neopreno en precarias condiciones.....	8
Figura 4. En el estribo número 1, se evidencia una grieta de 45°, en el estribo 2 se ven eflorescencias por ciclos de humedecimiento y secado.....	9
Figura 5. Nótese la verticalidad de las paredes de las pilas.....	11
Figura 6. Ubicación del Puente sobre el caño de Manzanillo “El Zapatero”.....	15
Figura 7. A la izquierda, Pila maciza interior. A la derecha, Pila maciza exterior.....	16
Figura 8. Vista, estructura superior y pernos del arco.....	17
Figura 9. Colapso del puente Topara el 16.07.2015.....	18
Figura 10. Ubicación del puente Chillón en la Carretera concesionada.....	20
Figura 11. Tramos del puente a evaluar.....	25
Figura 12. Fotografías de la Zona de Estudio.....	27
Figura 13. Vista lateral Puente Trujillo - Lima.....	27
Figura 14. Mantenimiento Puente Trujillo - Lima.....	29
Figura 15. Puente Bolognesi - Piura.....	30
Figura 16. Puente Miguel Grau - Piura.....	30
Figura 17. Puente Independiente - Piura.....	31
Figura 18. El primer tipo de Puente.....	35
Figura 19. Primer tipo de puente colgante.....	35

Figura 20. Puente Fortificado	36
Figura 21. Esquema de un puente Vehicular	38
Figura 22. Elementos del puente	38
Figura 23. Puente Colgante Bellavista San Martin, L=320 mts	41
Figura 24. Puentes de vigas losa.....	41
Figura 25. Puentes de losa con vigas en concreto pretensado.	42
Figura 26. Puentes de losa	42
Figura 27. Puente viga cajón pretensado.	43
Figura 28. Puente Continuo de tableros mixtos.....	43
Figura 29. Puente Reticulado.....	44
Figura 30. Puente en arco de tablero superior.	44
Figura 31. Puente pórtico, Huelva - España.	45
Figura 32. Puente flotante.....	46
Figura 33. Puente transbordador Osten - Alemania.	46
Figura 34. Puente móvil.	47
Figura 35. Componentes de un Puente.	47
Figura 36. Estribos de un puente con presencia de humedad.....	53
Figura 37. Fuerza de Impacto en la estructura del puente.	55
Figura 38. Desprendimiento del Concreto en la Viga de un Puente.....	55
Figura 39. Erosión de los estribos de un Puente.....	56
Figura 40. Desgaste de os Estribos y Pilares de un Puente	57
Figura41. Socavación de los estribos y pilares de un puente.	58
Figura 42. Fisuras en la estructura de un Puente	58
Figura 43. Grietas por flexión y tracción de un elemento sometido a esfuerzo de flexión.	60
Figura 44. Grietas en una dirección (debido a flexión en la viga).....	61
Figura 45. Patrón de falla local por aplastamiento debido a una carga concentrada en una columna.....	62
Figura 46. Patrón de fractura de borde, por rigidez del apoyo.	64
Figura 47. Patrón de fractura inadecuado en el borde.	65
Figura 48: Deterioro del concreto por reacciones químicas.....	66
Figura 49. Proceso de carbonatación.....	67

Figura 50. Eflorescencia en el concreto del Estribo de un Puente.	68
Figura 51. Corrosión en vigas de un Puente.	70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de los núcleos.....	12
Tabla 2: Formato de toma de datos, cauce del Río.....	21
Tabla 3. Cuadro General de Clasificación de lesiones.	52
Tabla 4. Matriz de Consistencia o Coherencia.....	78
Tabla 5: Condición Global del Puente.....	82
Tabla 6. Relación de elementos conforme la metodología SCAP.....	83
Tabla 7. Evaluación de la unidad de muestra numero 01 (barandas de acero).....	84
Tabla 8. Evaluación de la unidad de muestra numero 02 (veredas peatonales)	85
Tabla 9. Evaluación de la unidad de muestra numero 03 (carpeta asfáltica)	86
Tabla 10. Evaluación de la unidad de muestra numero 04 (Losa de concreto armado) .	87
Tabla 11. Evaluación de la unidad de muestra numero 05 (Vigas Principales de Concreto)	88
Tabla 12. Evaluación de la unidad de muestra numero 06 (Vigas Secundarias de Concreto)	89
Tabla 13. Evaluación de la unidad de muestra numero 07 (Juntas)	90
Tabla 14. Evaluación de la unidad de muestra numero 08 (Apoyos de Concreto)	91
Tabla 15. Evaluación de la unidad de muestra numero 09 (Cuerpo de Estribos).....	92
Tabla 16. Evaluación de la unidad de muestra numero 10 (Cuerpo de Pilares).....	93
Tabla 17. Condición de los elementos del puente según la evaluación de campo.	94
Tabla 18. Porcentajes ajustados de la condición para cada elemento	95
Tabla 19. Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento.....	96
Tabla 20. Porcentajes, según ajuste final, de la condición para cada elemento.	97
Tabla 21. Condición estadística de cada elemento, utilizando el quinto momento.....	98
Tabla 22. Condición Estadística del Puente	99
Tabla 23. Cantidad de Patologías	100
Tabla 24. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 02 (Veredas Peatonales)..	101

Tabla 25. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 03 (CAPA ASFALTO)....	102
Tabla 26. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 04 (LOSA).....	103
Tabla 27. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 05 (Vigas Principales)	104
Tabla 28. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 06 (Vigas Secundarias)...	105
Tabla 29. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 07 (Juntas)	106
Tabla 30. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 08 (Apoyos).....	107
Tabla 31. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 09 (Estribos)	108
Tabla 32. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 10 (Pilares)	109
Tabla 33. Porcentaje de Afectación de cada patología en toda el área evaluada.	110

INDICE DE GRAFICOS.

Gráfico 1. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 01 (Barandas Metálicas)	100
Gráfico 2. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 02 (Veredas).....	101
Gráfico 3. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 03 (CAPA ASFALTO)	102
Gráfico 4. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 04 (LOSA)	103
Gráfico 5. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 05 (Vigas principales)..	104
Gráfico 6. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 06 (Vigas Secundarias)	105
Gráfico 7. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 07 (Juntas).....	106
Gráfico 8. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 08 (Apoyos)	107
Gráfico 9. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 09 (Estribos).....	108
Gráfico 10. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 10 (Pilares).....	109
Gráfico 11. Porcentajes de Afectación de cada Patología en todos los elementos del puente	111

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Fotografías de las Patologías encontradas en los elementos estructurales del
Puente Vehicular Chanarro 121

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, a lo largo y ancho de nuestro país la construcción de Puentes en las vías de comunicación se han convertido como un medio fundamental para trasladarse de un lugar a otro, teniendo como principal objetivo mejorar geográficamente su trayectoria con la finalidad de garantizar y facilitar la comodidad, seguridad y el confort en general al usuario que los utiliza. Los Puentes se pueden construir en cualquier parte de nuestro territorio, ya que se pueden adecuar a cualquier tipo de clima en especial.

La infraestructura de los Puentes es básica para el desarrollo Económico y Social de cualquier ciudad, por tal razón se debe darle la importancia y el uso correcto tal como se establece en las normas. La vida útil o el deterioro que se produzca, depende en su gran mayoría de los métodos de construcción que se empleen; llámese proceso constructivo, factores climáticos, el lugar, el uso para la cual fue diseñado y el tipo de mantenimiento que se le facilite, etc. Cabe decir que en la actualidad existen varios tipos de construcciones de Puentes cuya estructura en conjunto se encuentra expuesta a sufrir o presentar un sinnúmero de problemas que dificultan la trancitabilidad del usuario. Todo esto se debe a los factores que mencionamos en el párrafo anterior, en algunos de los casos se presentan patologías de orden moderado y leve que aparecen a muy temprana edad perjudicando el diseño de la estructura.

El siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar los tipos de patologías y el grado de incidencia del Puente Vehicular Chanro situado sobre el Río Chanro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018”; siendo los más comunes, los daños Estructurales, Superficiales, Fisuras, Deformaciones, Pandeos, Perdidas de capa estructural Socavación y otros.

El Planteamiento del problema define que la vida útil de un Puente Vehicular se ha convertido en una infraestructura de mucha importancia en la actualidad, pero dentro de ello existen diferentes tipos de patologías que han causado problemas en su respectivo diseño. Por tal razón el siguiente trabajo de investigación tiene como finalidad evaluarlas y determinarlas, ya que son los principales agentes del deterioro de todo el sistema estructural del puente vehicular Chanro. Este problema es planteado para el desarrollo de la investigación que se describe a continuación.

En la caracterización del problema se dice que, el “Puente Vehicular Chanro” se encuentra situado sobre el Río Chanro, en la progresiva 57 + 100 Km, de la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanro Distrito de San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, se localiza a 5°24'07" de latitud sur, 79°36'22" de longitud oeste, a una altitud media de 1050 m.s.n.m. Mantiene una temperatura media entre húmedo y frío en su parte más alta con 15 °C en promedio. El clima es sano, agradable y excelente.

El puente vehicular “Chanro” se construyó entre los años 1984-1985 con la finalidad de proporcionar al usuario un mejor transporte, mejor confort y mayor seguridad al momento de hacer uso de Él. Esta estructura está conformada por dos carriles uno en cada dirección o sentido con una Luz de 91 metros y un ancho de 9.25 metros incluyendo la berma de 0.70 metros en cada lado con una capacidad máxima de 60TN. Su tipo de Construcción es de Concreto Armado con Barandas de Tubos Metálicos Circulares. La estructura en general es loza de concreto armado apoyada por dos estribos y 04 Pilares Circulares distanciados a 15.10 metros entre estribo-pilar y 17.50 metros Pilar – Pilar, se puede observar que la estructura del puente presenta un deterioro considerable.

Se estima que por mal proceso constructivo, mala supervisión, diseño inadecuado, la falta de mantenimiento o abandono de las autoridades, o bien por los agentes externos tanto físicos como químicos, por los fenómenos naturales, por los efectos del paso de

los años y la excesiva carga que ha circulado; han sido los principales determinantes relacionados directamente con el deterioro de esta infraestructura provocando un sinnúmero de dificultades al usuario. Por tal motivo elegimos dicho puente para realizar nuestra investigación tomando como base de estudio la estructura de concreto armado del puente Vehicular Chanro, lo cual se hará una inspección a toda la parte a investigar para observar, determinar y evaluar los tipos de patologías que esta tiene o presenta. De esta forma recogeremos toda la información posible que podamos, datos estadísticos, resultados actuales de su estado y las condiciones de servicio según el grado de deterioro y el tipo de patologías que se encuentren.

Se define como enunciado del problema lo siguiente: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del “Puente Vehicular Chanro situado sobre el Río Chanro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018” ayudaran a obtener una rehabilitación del puente en el estudio?

¿Cuáles son los tipos de patologías existentes que se presentan y a qué nivel o grado de manifestación se encuentran en la estructura del concreto armado del Puente Vehicular Chanro situado sobre el Río Chanro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018?

El objetivo general de la investigación es evaluar y determinar las patologías del Puente Vehicular Chanro situado sobre el Río Chanro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018.

Obtener las condiciones actuales con las que se encuentra y el tipo de servicio que otorga, según los diferentes tipos de patologías que presenta dicha vía de

comunicación, y los justificaremos con los resultados obtenidos durante la investigación realizada en el lugar.

El objetivo específico es determinar y conocer los diferentes tipos de patologías presentes en las estructuras de concreto armado del Puente Vehicular Chanrro, ya que son los principales causantes del deterioro de su diseño estructural.

Evaluar y medir el nivel o grado de afectación de las patologías presentes en el área de estudio en donde se desarrolla la investigación mediante datos obtenidos que nos permite conocer los tipos de patologías que producen el daño de la infraestructura.

Obtener información sobre el estado actual y las condiciones de servicio con la que se encuentra el Puente Vehicular Chanrro situado sobre el Río Chanrro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanrro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018.

Teniendo en cuenta la problemática que se ha obtenido y hecho mención anteriormente. La presente investigación se justifica en la necesidad de identificar y conocer las patologías, el estado actual de servicio con el que se encuentra el Puente Vehicular Chanrro situado sobre el Río Chanrro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanrro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018.

Considerando los diferentes tipos de patologías que se han encontrado en dicha estructura, nos permite plantear e iniciar la determinación y evaluación de los puntos o áreas afectadas en todos los elementos de concreto armado de dicho Puente, teniendo como finalidad obtener la descripción, datos estadísticos mediante porcentajes los problemas o daños que se presentan, así mismo el nivel y grado actual de deterioro con el que se encuentra y las condiciones de servicio que brinda a los usuarios respectivamente en la actualidad.

Por otro lado el proyecto de la investigación pretende dar a conocer de manera en general los datos y resultados que se obtuvieron según la metodología utilizada en la realización de las actividades, con el fin de adquirir y plasmar las condiciones actuales de servicio que tiene el Puente, también el estado actual con el que cuenta en todo el tramo elegido.

Este proyecto de investigación se utilizara como fuente y/o base de datos para la toma de decisiones que debe tener en cuenta dicho Puente en el momento de la realización de actividades en su estructura y se sabrá qué tipo de proyecto se puede realizar.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Marco Teórico: Antecedentes.

Para el desarrollo de la revisión de literatura en nuestro trabajo de investigación se hizo uso de navegadores y/o buscadores de internet que nos permitió indagar en varias Páginas Web oficiales de diferentes instituciones, bibliotecas virtuales, universidades, revistas, blogs y otros. Que contienen información relacionadas a nuestro tema como determinación de patologías en las estructuras de puentes.

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

2.1.1.1 Evaluación, Diagnóstico Y Propuesta De Intervención Para La Patología Del Puente Román Ubicado En El Barrio Manga.

(Bustamante C, Gonzalez D. Colombia -2014)¹

El presente trabajo de investigación es una tesis de maestría de la Universidad de Cartagena Facultad de Ingenierías Programa de Ingeniería civil Cartagena de indias d.t.y.c 2014. El presente documento tiene como **Objetivo General** Determinar el estado actual de la estructura del Puente Román, a través de un

diagnóstico patológico realizado mediante inspecciones visuales y ensayos no destructivos, con el fin de plantear una propuesta de intervención para su mantenimiento y rehabilitación. Identificar mediante inspecciones visuales los principales daños presentes en la superestructura y subestructura del puente Román.

DELIMITACIÓN ESPACIAL.

El proyecto de investigación se desarrolló en el puente Román el cual está ubicado sobre la confluencia acuática de la Bahía Interna de Cartagena con la Laguna de San Lázaro, junto al Baluarte San Lorenzo del Reducto, más exactamente sobre en la Calle 25 entre el sector de Getsemaní y el barrio Manga en el Distrito Turístico y Cultural de Cartagena, Colombia, delimitado por sus coordenadas $10^{\circ}25'02.7''$ Latitud Norte y $75^{\circ}32'40.4''$ Longitud Oeste. El ambiente presente es muy severo de tipo salino con mareas bajas, temperatura promedio de 33°C y los accesos y el puente están a 2 y 0 metros sobre el nivel del mar respectivamente.



Figura 1. Ubicación Geográfica del Puente Román

Fuente: Google Earth, 2014, modificado por Autores (captura en sitio), 2014.

Superficie del puente: De acuerdo a los resultados de la evaluación de los causante son los gradientes térmicos superiores deterioros del pavimento asfáltico, se evidenciaron manifestaciones de daños patológicos como lo son fisuras longitudinales de juntas, transversales de juntas y de contracción térmica, cuyo a los 30°C; también se presentan daños por abultamiento debido a Circulación lenta en pendientes pronunciadas y frenado de vehículos pesados en zonas de juntas; pérdida de la capa de rodadura por causa del descascaramiento de la misma, este problema se da por el envejecimiento del ligante del asfalto; presencia de1 Ojo de pescado en el tramo K0+210 - K0+220, lo que es causado por ligante asfáltico inadecuado o de mala calidad y espesor insuficiente de la capa de rodadura (carpeta); la pérdida de ligante es el problema más común que se evidencia en la evaluación del estado de la calzada, este deterioro se debe al uso de agregados pétreos con tamaño inadecuado y distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas; A causa de esta última patología, se genera a su vez la pérdida de agregado patología presente en diferentes tramos de la superficie. Del cálculo del índice de deterioro superficial (Is), se concluyó que los primeros 200 metros de la superficie del puente presentan un estado marginal acorde a las patologías presentes, el cual permite la circulación de los vehículos pero no de manera confortable, sí dichas lesiones no se corrigen podrían presentarse complicaciones en el tráfico debido a degradación total de la capa de rodadura. Las juntas de expansión son de tipo de placa dentada en las cuales se observaron que ninguna está cumpliendo al 100% sus funciones en cuanto a transmisión de cargas verticales y libertad de movimiento horizontal, puesto que la acumulación de desechos y tierra obstruyen el canal de movimiento de abertura y cierre de la junta ocasionando un abultamiento de 5 cm en la carpeta asfáltica en esta zona a lo largo de todas las juntas. Los guardacantos están en precarias condiciones, evidenciando a simple vista desportillamientos de 1.5 m de longitud y 5 cm de profundidad, también se observó descubrimiento del acero de refuerzo en dos guardacantos, esto último no asegura la continuidad entre la capa de rodadura y las juntas del puente, existe un evidente desnivel de 6 cm, además de esto, se notaron

maniobras peligrosas de los autos para tratar de evadir estos daños, y maltrato de los mismos, restándole confort y seguridad a los usuarios de la vía.



Figura 2. Deterioro de los guardacantos y juntas de expansión

Los apoyos en estribos y pórticos corresponden a placas de neopreno, las cuales todas han colapsado, notando en ellas daños por aplastamiento, partidura y desgaste.



Figura 3. Elementos de enlace en placas de neopreno en precarias condiciones

En el sentido del abscisado el primer estribo se encuentra con una grieta vertical de 0.5 cm de ancho y 1.6 m de longitud en la unión con el alero izquierdo; el estribo del otro extremo del puente está ubicado dentro del cauce y sometido a ciclos de humedecimiento y secado y se observó efloras en esta parte, además, padece ataques de tipo biológico constatados por la existencia de organismos marinos adheridos a la superficie de éste.



Figura 4. En el estribo número 1, se evidencia una grieta de 45°, en el estribo 2 se ven efloras por ciclos de humedecimiento y secado.

En las **conclusiones** el presente trabajo de investigación deja lo siguiente:

Gracias a esta investigación, se ha logrado dar respuesta al cuestionamiento de la necesidad de reparar y hacer mantenimiento al Puente, a través de inspecciones visuales y mediante la exposición de imágenes y fotografías detalladas de los elementos que lo constituyen, además la realización de levantamientos patológicos han permitido dar el diagnóstico y sugerencias de tratamiento de las enfermedades. De las inspecciones visuales se tienen las siguientes conclusiones:

- La pendiente longitudinal está dividida en 2, una desde el acceso en Manga hasta la mitad del puente de 6.5% y desde aquí hasta el
- acceso del Getsemaní es de 7.0%, éstas favorecen la evacuación de las escorrentías superficiales sin embargo debido a que las tuberías

de drenaje no sobresalen lo suficiente por debajo de la losa inferior se generan patologías asociadas a acumulación de humedad.

- Las juntas de expansión ninguna están cumpliendo al 100% sus funciones en cuanto a transmisión de cargas verticales y libertad de movimiento horizontal. Los guardacantos presentan desportillamientos de 1.5 m de longitud y 5 cm de profundidad, dos guardacantos tienen descubrimiento del acero de refuerzo, con desniveles de 6cm.
- En los andenes hacen falta alrededor de 1.25 m² en baldosines, existe desnivel en 3 tramos, también hay dos tapas de servicios públicos con aberturas de 4 cm, el 13% de los bordillos están agrietados y desportillados.
- Los apoyos en estribos y pórticos corresponden a placas de neopreno, las cuales todas han colapsado, notando en ellas daños por aplastamiento, partidura y desgaste. El puente cuenta con 4 pilas porticadas, 3 dentro del cauce y 1 en tierra firme, se encontró que todos los dados de cimentación sumergidos y sus vigas de amarre presentan descascaramiento del concreto de recubrimiento, eflorescencias y ataques de tipo biológico.

2.1.1.2 Estudio Patológico del Puente No. 15 en el Km 242+526 de la vía férrea Bogotá – Belencito

(Barrera G, Ramos V. Colombia -2015)²

La siguiente investigación es una tesis de maestría de la Universidad de Santo Tomas Facultad de Ingeniería Colombia 2015. El presente documento tiene como **Objetivo General** Realizar el estudio Patológico del Puente Férreo denominado puente No. 15 - Caño Frutillo localizado en el corredor férreo

Bogotá – Belencito y plantear alternativas de intervención, para garantizar la seguridad y durabilidad del proyecto seleccionado.

Objetivos Específicos.

- Identificar las lesiones que presenta la estructura del Puente Férreo denominado puente No. 15 Caño Frutillo localizado en el corredor férreo Bogotá – Belencito
- Determinar posibles causas que han generado lesiones en el Puente Férreo denominado puente No. 15 - Caño Frutillo localizado en el corredor férreo Bogotá – Belencito
- Revisar la capacidad de carga de la estructura del Puente Férreo, con la nueva carga viva de diseño: Locomotora C21 EMP.
- Realizar el diagnóstico de la estructura del Puente Férreo denominado puente No. 15 - Caño Frutillo localizado en el corredor férreo Bogotá – Belencito
- Definir el tipo de intervención necesario para la conservación del puente en estudio.
- Diseño de la intervención propuesta.



Figura 5. Nótese la verticalidad de las paredes de las pilas

Los Resultados de los Ensayos de Campo y Laboratorio. Se tomaron núcleos en los dos (2) arcos de concreto y en la mampostería de piedra. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1. Resultados de los núcleos

ITEM	PUENTE # 15				
PR	K121+845				
Radio de curvatura del puente	R=120,21; R=154.88				
Longitud total	23,01				
Longitud muros de contención (gaviones)	-				
Tipología	Arco # 1	Luz Metálica	Arco # 2		
Radios de los arcos de concreto	4,5	-	4,5		
Espesores de los arcos	0,57	-	0,57		
No. de núcleos	2	-	2		
Resistencias de núcleos a la compresión (Mna)	15,3	35,4	-	18,4	25,9
Resistencias de núcleos a la compresión (kg/cm ²)	156	361	-	187,6	264,1

Fuente: propia

Entre las **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** se ha Determinado el diagnostico final y las causas que ocasionaron los daños que presenta la estructura del puente, se concluye que no es recomendable repotenciar la estructura en estudio, teniendo en cuenta las cargas que van a transitar sobre ella, dado que la tipología que presenta la estructura del puente, pilas y tímpanos en mampostería, no ofrecen un buen comportamiento ante un evento sísmico, dada la poca o nula flexibilidad que presenta la mampostería, para deformarse y absorber esfuerzos, presentándose una falla frágil y como consecuencia el colapso de la estructura.

Como ingenieras civiles y habiendo recibido los conocimientos necesarios para optar al título de Patología de la Construcción, estudiamos detenidamente, en que forma podíamos repotenciar la estructura existente sin afectar su arquitectura, puesto que se trata de un monumento de interés General.

Se planteó el refuerzo con fibra de carbono, encontrando que dicho refuerzo sería muy difícil de aplicarlo dado que se debe colocar por las caras interiores de los elementos, para no afectar su arquitectura. Para el caso particular de la pila de altura 9 m, en cuyo interior se encuentra con un diafragma intermedio y material de relleno, es prácticamente imposible su aplicación y la altísima incertidumbre de su buen funcionamiento.

Por lo anterior, concluimos que lo mejor, era diseñar una estructura nueva, cuyos apoyos se localicen por fuera de la estructura existen, asignándole la totalidad de la responsabilidad a la estructura nueva. Dicha estructura, como se explicó anteriormente, va por el medio de los tímpanos de tal forma que la estructura existente, permanezca en pie, sin alterar su arquitectura.

Por otro lado es importante mencionar, que la estructura del caño Frutillo, fue construida hace 80 años aproximadamente, por lo tanto cumplió ampliamente su vida útil.

Por lo anterior, se concluye que desde el punto de vista de seguridad vial, se recomienda la reposición de la estructura actual por una nueva estructura que cumpla con todos los requerimientos técnicos sismo-resistentes.

Sin embargo, se recomienda la rehabilitación de la estructura, como está propuesta en la etapa de intervención. Una vez, realizada las diferentes intervenciones recomendadas, se debe monitorear la estructura, taludes y muros de contención, para verificar su buen comportamiento.

2.1.1.3 Evaluación, Diagnóstico, Patología y Propuesta de Intervención del Puente sobre el Caño el Zapatero a la Entrada de la Escuela Naval Almirante Padilla. Cartagena, Marzo 2014.

(Serpa M, Samper L. Colombia - 2014)³

Esta investigación, es una Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil en la Universidad de Cartagena. **El objetivo general** es evaluar y diagnosticar el puente ubicado a la entrada de la escuela naval “Almirante Padilla”, mediante pruebas y ensayos no destructivos, con el fin de proponer alternativas de solución a las patologías que se encuentren. Los **Objetivos Específicos Son:**

- Determinar los factores físicos, químicos, mecánicos y biológicos que tienen impacto sobre la estructura.
- Evaluar y diagnosticar el estado de los diferentes elementos estructurales que conforman el puente.
- Realizar ensayos no destructivos para determinar las distintas patologías que agreden la estructura.
- Generar un pronóstico sobre el comportamiento futuro de los elementos afectados,

Delimitación Espacial. Este trabajo de investigación se realizó en el municipio de Cartagena, departamento de Bolívar. Las coordenadas geográficas de esta localidad son 10° 24' 30" Latitud Norte, 75° 30' 25" Longitud Oeste. Este municipio posee una población 944.250 habitantes y una superficie de 709.1 km, se encuentra a 2 msnm y su temperatura promedio de 28° C. Este estudio se realizó más exactamente en el puente ubicado sobre el caño “El Zapatero”, a la entrada de la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla” en la Isla de Manzanillo. Con el fin de determinar la terapia o intervención apropiada que se debe realizar en el puente.



Figura 6. Ubicación del Puente sobre el caño de Manzanillo “El Zapatero”

Fuente:Google Earth 2013

En los **Resultados**, en este estudio se realizó una evaluación y un diagnóstico patológico de la estructura del puente ubicado sobre el Caño el Zapatero a la entrada de la Escuela Naval Almirante Padilla, los resultados se presentaran en 4 partes. La primera es el análisis de planos estructurales, realizados por el Ingeniero Arnoldo Berrocal Tatis y la descripción de los elementos que componen la estructura, que se logró con ayuda de la Inspección Visual Detallada realizada al sitio de estudio. La segunda es la evaluación patológica del puente, aquí se muestran las patologías organizadas y recolectadas durante la investigación y los resultados obtenidos de las pruebas no destructivas realizadas. La tercera parte comprende el análisis de los resultados arrojados por el estudio. La cuarta y última parte contempla la propuesta de intervención generada a partir de las patologías encontradas.

Análisis de planos y descripción de los elementos Constitutivos del puente sobre el caño el zapatero. La descripción de los elementos que constituyen el puente se realizó basados en el Manual para la Inspección visual de puentes y pontones del Invías (ANEXO 1). Según esta guía el puente sobre el caño el Zapatero presenta una sección transversal que lo clasifica

como un puente de losa sobre viga (Tipo 01) y según su sección longitudinal, en un Pórtico con arco parabólico con suspensión de tablero (Tipo 05).



Figura 7. A la izquierda, Pila maciza interior. A la derecha, Pila maciza exterior.

Fuente: Autores.

Dentro de las conclusiones en el trabajo de investigación tenemos:

- El desarrollo de la presente investigación ha logrado identificar cada patología presente en el puente sobre el caño “El Zapatero” al frente de la escuela naval Almirante Padilla de Cartagena de Indias, dato que hasta la presente era de suma importancia para mostrar detalladamente las condiciones físicas de la estructura.
- se logró localizar y caracterizar las enfermedades que fustigan el puente y que colocan en tela de juicio su estabilidad a futuro. A partir de estas metas, se logró valorar el estado actual de la estructura en mención y presentar un dictamen formal de la necesidad de implementar medidas de mitigación ante eventos no previstos.

- Los autores consideran importante y gratificante los resultados observados ya que pueden servir como base en un futuro para una posible intervención del puente.
- Este estudio no incluyó la modelación de la estructura que permitiría evaluar su comportamiento y vulnerabilidad ante movimientos telúricos y presiones de viento ni tampoco contempló la realización de la intervención ante las recomendaciones que fueron propuestas.



Figura 8. Vista, estructura superior y pernos del arco.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

2.1.2.1 “La Evaluación Preliminar del Puente Chillón km. 24+239. Carretera Panamericana Norte Habich-Intercambio Vial Ancón, para posible intervención preventiva”

(Saenz R. Lima – 2016)⁴

Esta investigación, es una Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil en la en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Privada del Norte Lima

Perú. **El objetivo general** es Explicar de qué manera, la evaluación preliminar del puente Chillón km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte Habich – intercambio vial Ancón determina su posible intervención preventiva.

Los **Objetivos Específicos Son:**

- ✚ Explicar de qué manera la resistencia actual del concreto del puente Chillón km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte Habich – intercambio vial Ancón determina su posible intervención preventiva.

- ✚ Explicar de qué manera el nivel de carbonatación del concreto del puente Chillón km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte Habich – intercambio vial Ancón determina su posible intervención preventiva.

- ✚ Explicar de qué manera los factores externos del concreto del puente Chillón km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte Habich – intercambio vial Ancón determina su posible intervención preventiva.



Figura 9. Colapso del puente Topara el 16.07.2015

En los **Resultados**, en este estudio se realizó una evaluación preliminar de la estructura del puente ubicado sobre el río Chillón en el km. 24+239 de la

carretera Panamericana Norte, los resultados se presentaran en 4 partes: La primera es la descripción del sistema del puente sobre el rio Chillón, es decir de los elementos que componen la estructura, el cauce y la losa de aproximación, lo cual se logró con ayuda de la inspección visual detallada realizada al sitio de estudio. La segunda es la evaluación de las patologías encontradas en el puente sobre el rio chillón, donde se muestran las patologías encontradas durante la investigación y los resultados obtenidos de las pruebas no destructivas realizadas. La tercera parte comprende el análisis de los resultados de la segunda parte. La cuarta y última parte contempla la propuesta de intervención preventiva generada a partir de los resultados. A continuación se amplía lo expuesto anteriormente.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DEL PUENTE SOBRE EL RIO CHILLÓN.

La descripción de los elementos que constituyen el puente se realizó basados en la Guía para Inspección de Puentes elaborada por el MTC, Según esta guía el puente sobre el rio Chillón presenta una sección longitudinal que lo clasifica como un puente de losa con viga continua y según su sección transversal se clasifica como viga cajón con peralte variable. A continuación se presentaran los diferentes elementos que constituyen el sistema del puente sobre el rio Chillón en el orden recomendado por la Guía para Inspección de Puentes elaborada por el MTC y complementado en función del puente en estudio.

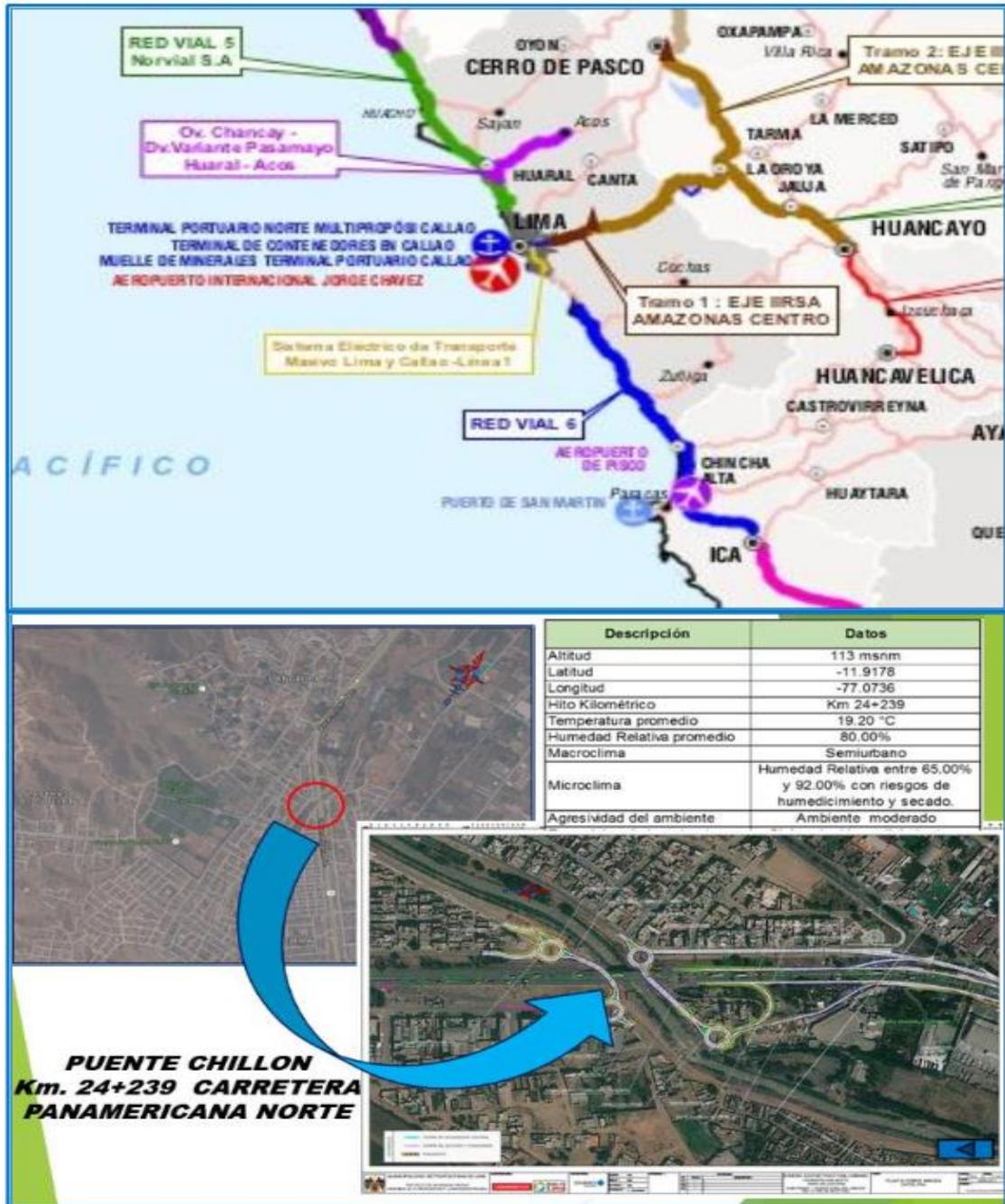


Figura 10. Ubicación del puente Chillón en la Carretera concesionada

Tabla 2: Formato de toma de datos, cauce del Río

Cuadro N° 01			
Formato de toma de datos: Cauce del Río			
LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL PUENTE CHILLON Km. 24+239. CARRETERA PANAMERICANA NORTE HABICH – INTERCAMBIO VIAL ANCÓN PARA POSIBLE INTERVENCIÓN PREVENTIVA			
Autor	Richard Saenz Alva	Asesor	Ing. Omar Tello Malpartida
Puente	Ubicado sobre el río Chillón Km. 24+239 Panamericana Norte	Longitud Total	79.05 m.
Daño y/o patología	Disminucion del cauce natural	Elemento del Sistema	Cauce del Río
Nivel de Severidad	Medio	Fecha y Hora	28/10/2016 09.35 am
FOTOGRAFIA N° 01			
		Fotografía del cauce tomada en octubre del 2014, se observa el cauce natural del río	
FOTOGRAFIA N° 02			
		Fotografía del cauce tomada en octubre del 2016, se observa la construcción de los anillos que han disminuido el cauce natural del río	
Fuente: Elaboración propia			

Dentro de las conclusiones en el trabajo de investigación tenemos:

La evaluación preliminar del puente Chillón Km 24+239 Panamericana Norte, indica una intervención preventiva inmediata del puente Chillón, toda vez que se evidencia la falta de mantenimiento preventivo y/o correctivo, lo cual viene deteriorando las estructuras del puente Chillón, los mismos que se traducen en aceros expuestos en vigas, fisuras, grietas y desprendimiento de concreto en vigas, pilares, tablero y barandas; obstrucción del sistema de drenaje y de las juntas en el tablero, entre otros.

- ✚ La resistencia a la compresión obtenida es mayor en un 31.77% de la que se diseña en nuestro país, el cual es aceptable para una estructura con más de 60 años de edad, el mismo no determina la intervención preventiva de manera inmediata del puente sobre río Chillón.
- ✚ La profundidad de carbonatación es de hasta 2.00 cm y el acero se encuentra a una profundidad de hasta 5cm, lo cual es aceptable para una estructura con más de 60 años de edad, por lo cual podemos decir que el acero de refuerzo no se ve comprometido ni en riesgo de una posible corrosión en general, salvo en las vigas y pilares indicados. Por lo cual el nivel de carbonatación no determina la intervención preventiva de manera inmediata del puente sobre río Chillón.
- ✚ Los factores externos del concreto del puente Chillón km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte Habich – intercambio vial Ancón determina su posible intervención preventiva de manera inmediata, toda vez que se determinó lo siguiente:
 - Factores físicos: Disminución del cauce natural del río, desgaste del concreto en las barandas del puente; desgaste; Desprendimiento en Vigas transversales; Desprendimiento de concreto en veredas.

- Factores mecánicos: Fisuras en veredas, obstrucción de juntas, despostillamiento de veredas y barandas. Deformaciones longitudinales en las barandas, humedecimiento y secado pilares. microfisuramiento, fisuramiento y grietas en los pilares del lado sur. Agrietamiento del tablero en su parte inferior. Fisuras en vigas transversales.
 - Factores químicos: corrosión del acero en vigas longitudinales, grietas y fisuras en pilares producidos por corrosión del acero, carbonatación del concreto.
- ✚ Los problemas y patologías que presenta el Puente Chillón, son por falta de mantenimiento, lo cual ha generado la gesta de los factores externos ya descritos con sus respectivas patologías que deben de atenderse de manera inmediata. En cuanto a la resistencia del concreto, la carbonatación y el espesor de recubrimiento de sus componentes estructurales se puede decir que se encuentra en buen estado sin riesgo de un colapso inminente por una falla estructural, salvo la posible falla por asentamiento de la cimentación de los pilares del lado sur, por lo que se evidencia que al utilizar y seguir la norma constructiva y realizar un diseño de carga suficiente se pueden construir estructuras que tengan una vida útil larga.

2.1.2.2 Determinación Y Evaluación De Las Patologías Del Concreto Armado En Los Elementos Estructurales Del Puente Vehicular Chanchará De Tipo Viga-Losa, En El Río Pongora, Distrito De Pacaycasa, Provincia De Huamanga, Región Ayacucho, Marzo – 2016.

(Andia E. Chimbote - 2016)⁵

Esta investigación, es una Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil en la en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica los Ángeles de chimbote-Chimbote Perú. Para responder a esta interrogante se planteó como

objetivo general: Determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Chanchará de tipo viga-losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho. Entonces para alcanzar el objetivo general los **objetivos específicos** fueron:

- ✚ Identificar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del Puente Vehicular Chanchará de Tipo Viga-Losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.
- ✚ Analizar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del Puente Vehicular Chanchará de Tipo Viga-Losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.
- ✚ Obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en los elementos estructurales del Puente Vehicular Chanchará de Tipo Viga-Losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.

En los Resultados el objetivo principal de la presente investigación fue determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Chanchará de tipo viga-losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, por lo cual presentamos a continuación los resultados de los datos obtenidos de manera objetiva, y lógica mostrados a través de tablas y gráficos descritos e interpretados. Cabe indicar que en este capítulo se incluyen los resultados por cada unidad de Muestra evaluada en función:

- ✚ Tipos de patologías presentes en cada una de las unidades de muestra.

- ✚ El nivel de severidad de las patologías en cada componente de los elementos estructurales del puente en estudio.
- ✚ El porcentaje total de área afectada en cada unidad de muestra, para establecer el grado de afectación.

Debo señalar que la evaluación de las patologías del puente Chanchará, se realizará siguiendo el orden de la tabla 2, se analizará con un método científico inductivo ya que se evaluará primero los componentes, para llegar a la conclusión de los elementos, luego de estas se hará una conclusión en los tramos, para después realizar la conclusión final que es el puente. La orientación de donde se observará el puente, será de aguas abajo como se muestra en la figura



Figura 11. Tramos del puente a evaluar.

Dentro de las conclusiones en el trabajo de investigación tenemos:

- ✚ El marco teórico de la presente investigación estableció un sistema coordinado y coherente de conceptos y conocimientos que permitió abordar el problema de investigación de la manera más adecuada.

- ✚ Los tipos de patologías que presentan los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, en el río Pongora, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho; fundamentalmente son eflorescencia con 229.42 m² equivalente a (25.44%), seguido de fisuras con 158.78 m² equivalente a (17.61%), erosión por abrasión con 143.12 m² equivalente a (15.87%), desprendimientos con (7.35%), fracturas (6.17%), grietas (5.84%), humedad (5.53%), erosión por cavitación (4.49%), corrosión de concreto (3.12%), impactos (2.52%), colonización (2.14%), lixiviación por aguas blandas (2.11%), y finalmente socavación (1.83%), estas son las patologías de mayor incidencia que han ocupado más áreas en el Puente Chanchará en sus diferentes componentes.

- ✚ Para saber el nivel de severidad en el puente se ha evaluado por tramos, las cuales han sido comparadas como se observa en la figura 107; donde el tramo I tiene nivel de severidad Regular (2) y el tramo II tiene nivel de severidad Pésimo (5).

- ✚ Finalmente en la figura 108, se observa que 60.46% tiene patologías de afectación al Puente, por lo tanto podemos concluir que el estado actual del puente tiene nivel de severidad Muy Malo (4), según la tabla del MTC – 2006, debido a la socavación que existe en el estribo izquierdo.



Figura 12. Fotografías de la Zona de Estudio.

2.1.2.3 Conservación de Puentes de Piedra en el Perú: Criterios para su Intervención Estructural. Lima, Agosto 2013.

(Bardales H. Lima - 2013)⁶

Esta investigación, es una Tesis para optar el Grado de Magister de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Para responder a esta interrogante se planteó como **objetivo general:** Contribuir con un procedimiento para evaluar, diagnosticar e intervenir estructuralmente un puente de piedra abovedado en arco y facilitar su conservación.

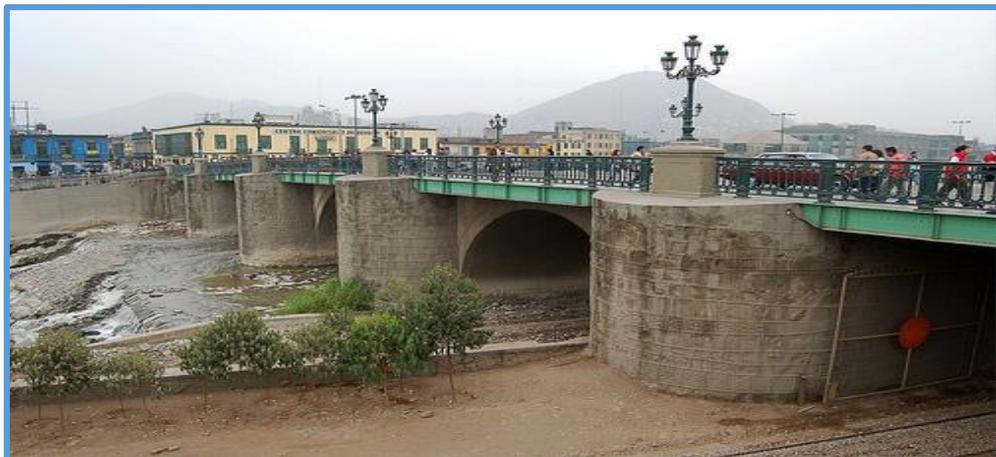


Figura 13. Vista lateral Puente Trujillo - Lima

En los **resultados**, Conforme al análisis estructural idealizado del diseño original del puente podemos indicar que nuestro modelo es un tanto conservador, obviamente el modelo nos representó un comportamiento aceptable ante cargas de servicio, ya que está sujeto netamente a esfuerzos de compresión, concentrándose los máximos esfuerzos en los arranques de la bóveda y en las bases de los pilares. También se notó la concentración de pequeños esfuerzos de tracción, desarrollándose los máximos esfuerzos sobre el extradós de las bóvedas a la altura de los riñones del arco y en los puntos extremos del arranque de la bóveda; estos esfuerzos de tracción pueden ser tolerables por la mampostería, sin embargo podría presentarse como zonas vulnerables.

En las **conclusiones** se puede mencionar:

- ✚ Los puentes históricos, como toda estructura histórica, poseen un valor cultural que está dado por la autenticidad de sus caracteres que lo distinguen, los cuales deben ser respetados e intervenidos en coherencia con los principios de conservación y restauración en monumentos históricos.
- ✚ Existe una clara diferencia de estas estructuras con las estructuras actuales, por lo que para su análisis resulta necesario definir completamente la geometría externa e interna de la estructura, además de una correcta caracterización de las propiedades de los materiales que la conforman.
- ✚ Los europeos desarrollaron un gran conocimiento y dominaron a la perfección la técnica de los puentes de mampostería con bóveda de arco. Tal y como los incas dominaron la construcción de puentes colgantes hechos de fibra vegetal, aunque no se tengan archivos de su proyección y construcción.

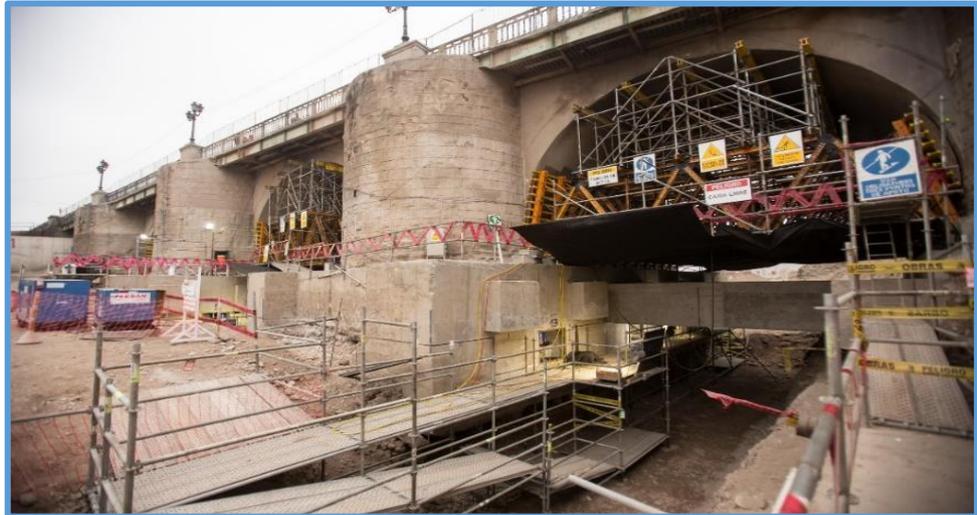


Figura 14. Mantenimiento Puente Trujillo - Lima.

2.1.3. Antecedentes Locales.

2.1.3.1 Evaluación Técnica de las Estructuras de los Puentes Carrozables de la Región Piura – 2014: Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres 1º, 2º, Puente Miguel Grau, Puente Independencia, y la Influencia Patológica en su Vida Útil. Piura,

Marzo – 2014.

(Ipanaqué J. 2014)⁷

Este presente investigación es una tesis para optar el título de Ingeniero Civil, en la universidad católica los Ángeles de Chimbote. **El Objetivo general**, en el presente proyecto se determinó y evaluó las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares de la región de Piura y con ello su grado de vulnerabilidad frente a las patologías existentes; con la finalidad de adoptar las medidas correctivas, preventivas, de rehabilitación y/o mantenimiento de las estructuras de los puentes.



Figura 15. Puente Bolognesi - Piura.

El resultado es la determinación del grado de daño por las patologías de los componentes del Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres 1º, 2º, Puente Miguel Grau, Puente Independencia de la Región de Piura, en función a los resultados obtenidos de acuerdo a la guía de inspección para puentes (MTC-Perú); 2006.



Figura 16. Puente Miguel Grau - Piura.

Las conclusiones:

- ✚ En el presente estudio se ha hecho los estudios de cuatro (7) puentes analizando cada uno de ellos en el contenido.
- ✚ En lo que concierne al pavimento del puente, este presenta desgaste por el continuo tránsito, asimismo, las juntas de expansión de ambos puentes se encuentran en mal estado de conservación.
- ✚ Las patologías más incidentes son: grietas, deterioro, deformación, eflorescencia, oxidación, básicamente presentes en los accesorios del puente (barandas, pavimento, junta de expansión, veredas, etc).



Figura 17. Puente Independiente - Piura.

2.1.3.2 Determinación y Evaluación del Nivel de Incidencia de las Patologías del Concreto Reforzado en Puentes de la Provincia de Morropón Departamento de Piura.

(Rueda J.)⁸

Este presente trabajo de investigación es una tesis desarrollada para optar el título de Ingeniero Civil, en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote sede Piura. Es así que tiene como **Objetivo General**, Determinar el valor porcentual de daño de un puente, a

través de una inspección visual a los elementos que forma parte del puente, como consecuencia de las patologías en cada elemento para cada puente en la Red Vial Provincial de Morropon, Departamento de Piura, a partir de la determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto reforzado.

Objetivos Específicos, son los siguientes:

1. Determinar el tipo de patologías del concreto reforzado que existen en los puentes de la Red Vial Provincial de Morropón.
2. Determinar el estado de los puentes en los tres ejes de la Red Vial Provincial de Morropón.
3. Determinar el valor porcentual de la integralidad estructural y la condición operacional de los puentes de la Red Vial Provincial de Morropón.

Dentro de los **Resultados** este trabajo tiene lo siguiente:

- ✚ Ubicación del área de estudio (determinado por el Instituto Vial Provincial (IVP).
- ✚ Los tipos de patología existentes en los elementos de la superestructura, subestructura de los puentes de la Red Vial Provincial de Morropón.
- ✚ Formatos del ámbito de investigación.
- ✚ Formatos estadísticos de las patologías existentes.
- ✚ Formatos del estado en que se encuentran los puentes de la Red Vial Provincial de Morropón.

- ✚ Fotografías que evidencian las diferentes patologías.

Mediante la metodología de evaluación Visual de daño por patologías en los puentes, se logró determinar para los tres ejes viales de la provincia, el valor porcentual del daño por puente y en promedio por cada eje vial.

- ✚ El valor porcentual del daño promedio en los puentes del eje vial Chulucanas – Tambogrande es de 8.67% lo que indica que su estado es bueno. Cabe precisar que los puentes: Malingas, Socarrón, Antiguo y Las Mónicas requieren urgente rehabilitación.
- ✚ El valor porcentual del daño promedio en los puentes del eje vial Chulucanas – Km 65 – Andina Central es de 20.03%, lo que indica que su estado es de bueno a regular. Cabe precisar que el puente Antiguo Ñácara se encuentra inoperativo por fallas en pilares y estribos y los puentes: Cruce Carrasquillo, Algodonal, requieren mantenimiento y rehabilitación.
- ✚ El valor porcentual del daño promedio en los puentes del eje vial Carrasquillo – Buenos Aires - Canchaque es de 13.05% lo que indica que su estado es bueno. Cabe precisar que el puente Salitral requiere de rehabilitación en las aceras y barandas.

Dentro de esta investigación encontramos algunas **Recomendaciones** que pueden ser de mucha importancia para nuestro trabajo:

Teniendo las conclusiones de la evaluación de daños en los puentes de la red vial provincial de Morropón cuyo valor porcentual promedio es de 13.92% siendo su estado de bueno a regular se recomienda al Instituto Vial Provincial realizar un programa preventivo de mantenimiento y rehabilitación de puentes en los tres ejes viales.

Las patologías predominantes en los elementos de los puentes de la red vial provincial de Morropón son, grietas, fisuras, deterioros en concreto y fábricas, deterioro en uniones, apoyos, juntas y deformaciones. Se recomienda efectuar un control estricto en lo referente al procedimiento constructivo y diseño de puentes teniendo en cuenta los estudios básicos de ingeniería.

Mediante el presente trabajo de evaluación de las patologías del concreto en puentes ha permitido al Instituto Vial Provincial contar por primera vez con una información actualizada de las patologías del concreto en los puentes de la red vial provincial. Se recomienda aplicarlo para el mantenimiento y rehabilitación de puentes.2.1.3.3.

2.2. Marco Conceptual.

2.2.1. Puente.

2.2.1.1 Historia de Los Puentes.

(Minaya J.)⁹

El arte de construir puentes tiene su origen en la misma prehistoria. Puede decirse que nace cuando un buen día se le ocurrió al hombre prehistórico derribar un árbol en forma que, al caer, enlazara las dos riberas de una corriente sobre la que deseaba establecer un vado. La genial ocurrencia le eximía de esperar a que la caída casual de un árbol le proporcionara un puente fortuito. También utilizó el hombre primitivo losas de piedra para salvar las corrientes de pequeña anchura cuando no había árboles a mano. En cuanto a la ciencia de erigir puentes, no se remonta más allá de unos siglo y nace precisamente al establecerse los principios que permitían conformar cada componente a las fatigas a que le sometieran las cargas.

El arte de construir puentes no experimentó cambios sustanciales durante más de 2000 años. La piedra y la madera eran utilizadas en tiempos napoleónicos

de manera similar a como lo fueron en época de julio Cesar e incluso mucho tiempo antes. Hasta finales del siglo XVIII no se pudo obtener hierro colado y forjado a precios que hicieran de él un material estructural asequible y hubo que esperar casi otro siglo a que pudiera emplearse el acero en condiciones económicas.



Figura 18. El primer tipo de Puente



Figura 19. Primer tipo de puente colgante

Al igual que ocurre en la mayoría de los casos, la construcción de puentes ha evolucionado paralelamente a la necesidad que de ellos se sentía. Recibió su

primer gran impulso en los tiempos en que Roma dominaba la mayor parte del mundo conocido. A medida que sus legiones conquistaban nuevos países, iban levantando en su camino puentes de madera más o menos permanentes; cuando construyeron sus calzadas pavimentadas, alzaron puentes de piedra labrada. La red de comunicaciones del Imperio Romano llegó a sumar 90000 Km. de excelentes carreteras.

A la caída del Imperio Romano, sufrió el arte un gran retroceso, que duró más de seis siglos. Si los romanos tendieron puentes para salvar obstáculos a su expansión, el hombre medieval vio en los ríos una defensa natural contra las invasiones. El puente era, por tanto, un punto débil en el sistema defensivo en la época feudal. Por tal motivo muchos puentes fueron desmantelados y los pocos construidos estaban defendidos por fortificaciones.

A fines de la baja Edad Media renació la actividad constructiva, principalmente merced a la labor de los Hermanos del Puente, rama benedictina. El progreso continuó ininterrumpidamente hasta comienzos del siglo XIX. La locomotora de vapor inició una nueva era al demostrar su superioridad sobre los animales de tiro. La rápida expansión de las redes ferroviarias obligó a un ritmo paralelo en la construcción de puentes sólidos y resistentes. Por último, el automóvil creó una demanda de puentes jamás

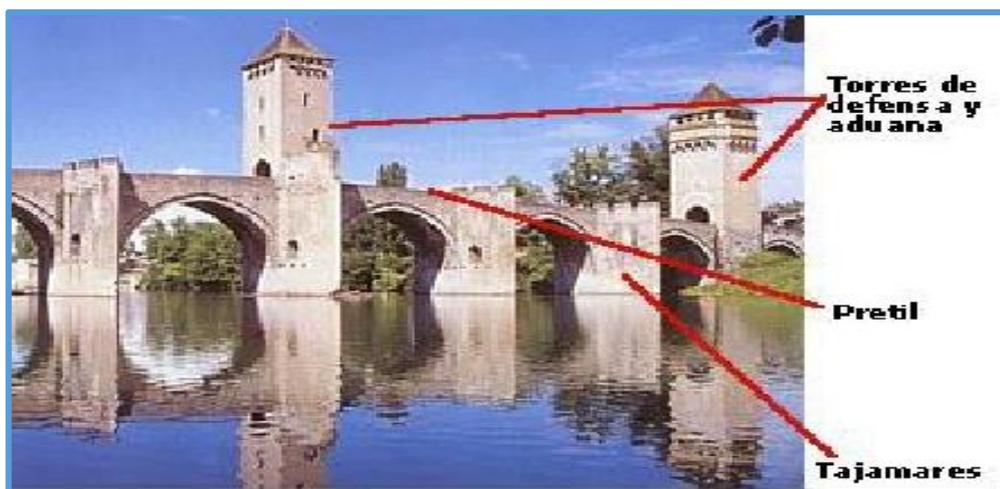


Figura 20. Puente Fortificado

conocida. Los impuestos sobre la gasolina y los derechos de portazgo suministraron los medios económicos necesarios para su financiación y en

sólo unas décadas se construyeron más obras notables de esta clase que en cualquier siglo anterior. El gran número de accidentes ocasionados por los cruces y pasos a nivel estimuló la creación de diferencias de nivel, que tanto en los pasos elevados como en los inferiores requerían el empleo de puentes. En una autopista moderna todos los cruces de carreteras y pasos a nivel son salvados por este procedimiento.

2.2.1.2 Definición de Puentes.

(Rodríguez A. Perú año 2012)¹⁰

Un puente es una obra que se construye para salvar un obstáculo dando así continuidad a una vía. Suele sustentar un camino, una carretera o una vía férrea, pero también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energía.

Los puentes que soportan un canal o conductos de agua se llaman acueductos. Aquellos construidos sobre terreno seco o en un valle, viaductos. Los que cruzan autopistas y vías de tren se llaman pasos elevados.

Constan fundamentalmente de dos partes:

- a) La superestructura conformada por: tablero que soporta directamente las cargas; vigas, armaduras, cables, bóvedas, arcos, quienes transmiten las cargas del tablero a los apoyos.
- b) La infraestructura conformada por: pilares (apoyos centrales); estribos (apoyos extremos) que soportan directamente la superestructura; y cimientos, encargados de transmitir al terreno los esfuerzos.

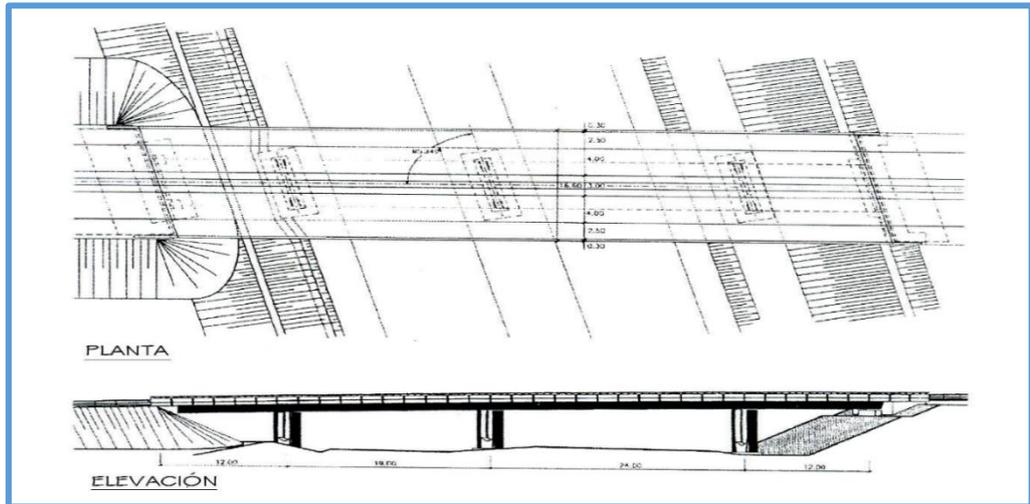


Figura 21. Esquema de un puente Vehicular

(Aranis C. Lima-2006)¹¹

Se puede definir un puente en general como una estructura que permite la continuidad de una vía a través de un obstáculo natural o artificial. La vía puede ser peatonal, una carretera, calle o avenida, una vía de ferrocarril o una combinación de las mismas. Caso aparte lo constituyen los puentes acueducto o canal, y los puentes tubo. El obstáculo puede ser natural clásicamente un río o quebrada, lago, o mar. El obstáculo artificial puede ser una carretera o calle o avenida u otra construcción hecha por el hombre.

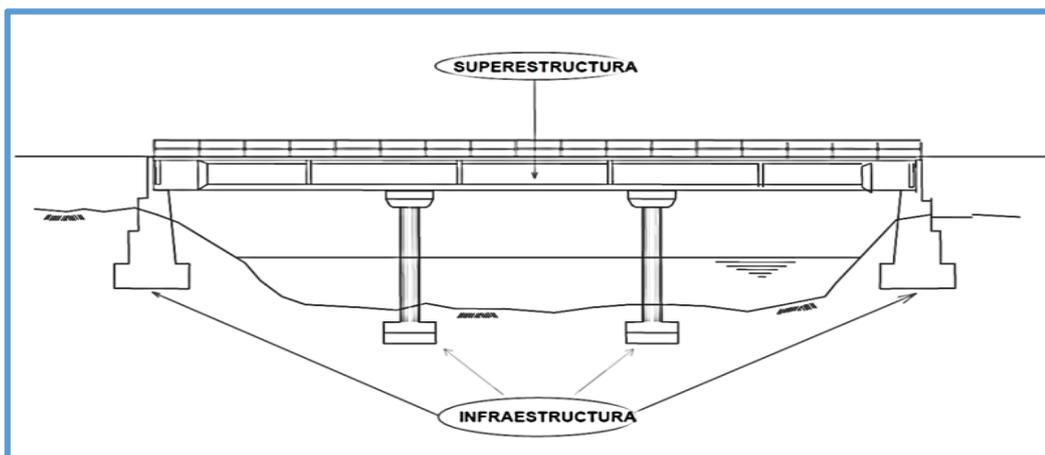


Figura 22. Elementos del puente

2.2.1.3. Clasificación.

(Rodríguez A. Perú año 2012)¹⁰ y (Aranis C. Lima-2006)¹¹

A los puentes podemos clasificarlos:

a) Según su función:

- + Peatonales.
- + Carreteros.
- + Ferroviarios.
- + Puentes de acueductos.
- + Puentes de viaductos.

b) Por los materiales de construcción.

- + Madera.
- + Mampostería.
- + Acero Estructural.
- + Sección Compuesta.
- + Concreto Armado.
- + Concreto Presforzado.

c) Por el tipo de estructura.

- + Puentes losa.
- + Puentes losa-viga.
- + Puentes de cajón.
- + Simplemente apoyados.
- + Continuos.
- + Simples de tramos múltiples.
- + Cantilever (brazos voladizos).
- + En Arco.

- ✚ Atirantado (utilizan cables rectos que atirantan el tablero).
- ✚ Colgantes.
- ✚ Levadizos (basculantes).
- ✚ Pontones (puentes flotantes permanentes).

(Villarino A. año- 2012)¹²

d) Por el tipo de Apoyos.

- ✚ Isostáticos.
- ✚ Hiperestáticos.

e) Por su trazo geométrico.

- ✚ Recto.
- ✚ Oblicuo.
- ✚ Curvo.

2.2.1.4. Tipología de Puentes.

(Villarino A. Año- 2012)¹²

- ✚ **Puentes colgantes:** Llamada también madre de los puentes, por considerarse que se pueden construir de mayor longitud, pueden ser simples o múltiples, están sujetas por cables principales y secundarios conectados a un base llamada cimiento de anclaje, su longitud oscila entre los 800m hasta 1900m aprox.



Figura 23. Puente Colgante Bellavista San Martín, L=320 mts

- ✚ **Puentes vigas losa:** son estructuras de concreto armado o acero estructural pueden ser de modo isostáticos o continuas, separados por tramos, en su diseño incorpora vigas tanto longitudinales y transversales, estos puentes oscilan de 15m hasta 60m aprox.

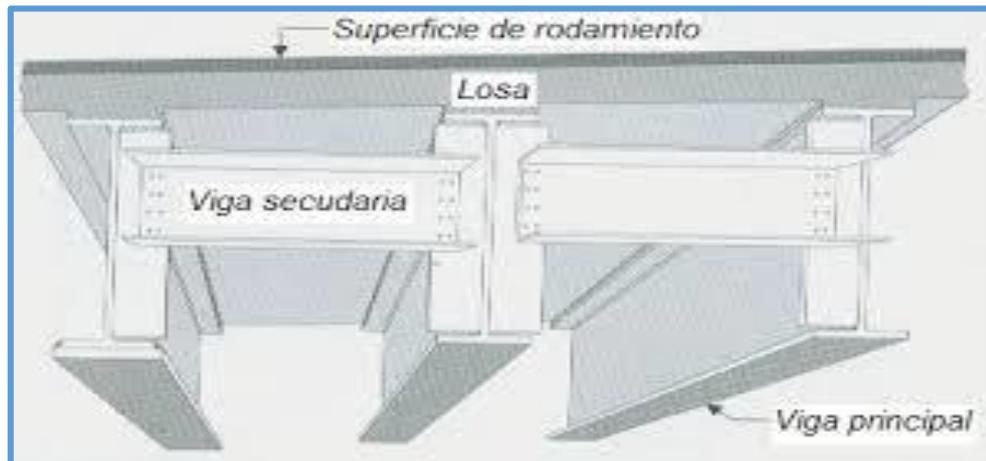


Figura 24. Puentes de vigas losa.

- ✚ **Puentes Pretensados:** Son puentes de losa con vigas, se caracterizan por tener concreto pretensadas en las vigas, pueden diseñarse en sección doble T prefabricadas y en varios tramos con longitudes que oscilan entre 20m hasta 85m aprox.



Figura 25. Puentes de losa con vigas en concreto pretensado.

- ✚ **Puentes losa:** Son puentes de concreto armado, de un solo tramo, generalmente oscilan en longitud de 6m hasta 20m aprox, estos dependerán del tipo de losa sea maciza, nervada o alivianada.

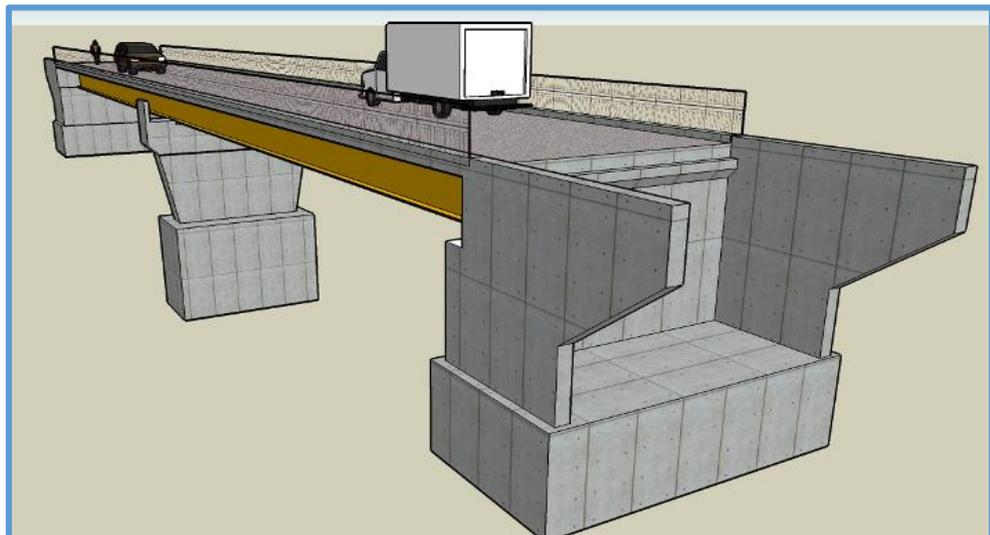


Figura 26. Puentes de losa

- ✚ **Puentes vigas cajón pretensadas:** Son puentes de concreto armado y acero estructural con sección cajón como tablero de inercia constante o inercia variable, su diseño en longitud puede oscilar entre 50m hasta 200m aprox.

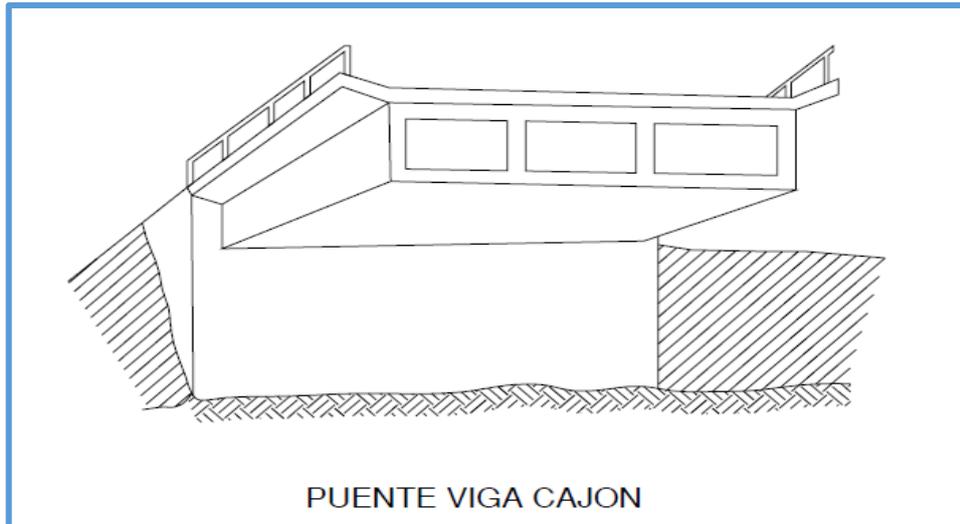


Figura 27. Puente viga cajón pretensado.

- ✚ **Puentes de tableros mixtos:** Son puentes de vigas, se diferencian porque en su diseño y construcción se puede observar de tramos de distintas secciones y materiales, pueden ser de vigas de acero y también vigas de concreto armado, estos puentes oscilan entre 30m hasta 150m aprox.

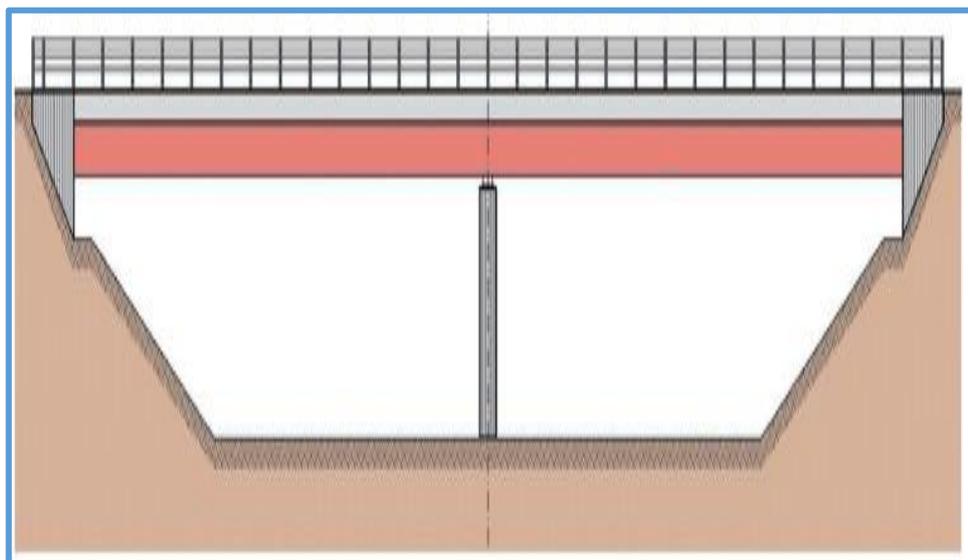


Figura 28. Puente Continuo de tableros mixtos.

- ✚ **Puentes reticulados de acero:** Son puentes generalmente de acero, se pueden encontrar de distintos tipos la altura de las barras será $0.1L$, son considerados estáticamente trabajables por la distribución de fuerzas internas hacia el arriostrado y finalmente al estribo, pueden ser isostáticos, continuos y de altura variable, la longitud oscila entre 30m hasta 450m aprox.

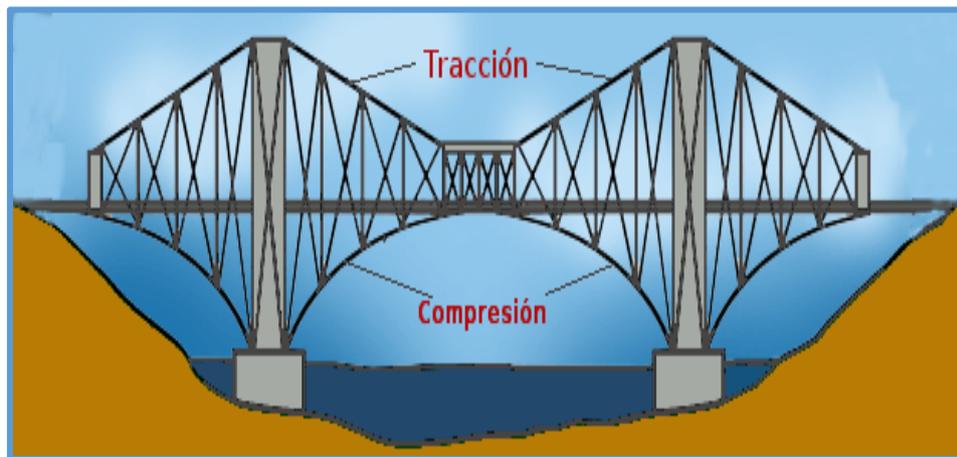


Figura 29. Puente Reticulado.

- ✚ **Puentes en arco:** Son puentes no convencionales pueden ser de concreto armado y acero estructural, se subdividen en tres: el puente en arco con tablero superior, puente en arco con tablero intermedia y puente en arco con tablero inferior, generalmente están atirantadas, la longitud de diseño oscila entre 120m hasta 650m aprox.



Figura 30. Puente en arco de tablero superior.

- ✚ **Puentes pórtico:** El puente pórtico más que un tipo de estructura de puente con carácter propio es una estructura intermedia entre el arco y la viga por lo que presenta características propias de ambos. Tienen pilas y tablero igual que los puentes viga pero éstos son solidarios, lo que da lugar a un mecanismo resistente complejo porque en él interviene la resistencia a flexión de sus elementos. Al mismo tiempo se produce un efecto pórtico debido a las reacciones horizontales que aparecen en sus apoyos.



Figura 31. Puente pórtico, Huelva - España.

- ✚ **Puentes flotantes:** Se apoyan sobre flotadores que pueden tener diversos tamaños. Consisten fundamentalmente en un tablero apoyado sobre una serie de elementos flotantes que sirven para mantenerlo en una situación más o menos fija. Estos elementos flotantes son muy variados tales como barcas, pontones cerrados, etc.



Figura 32. Puente flotante

✚ **Puentes transbordadores:** Al igual que en la figura 29, participa de la característica de la movilidad contraria a la idea de puente. Su precursor fue el ingeniero Ferdinand Arnodin. Se utilizan para luces grandes o muy grandes. El transbordador consiste en una viga fija situada a la altura requerida por el gálibo de la cual se cuelga una plataforma móvil generalmente mediante cables que transporta los vehículos de una orilla a la opuesta. Tiene 80 metros de largo y fue construido en 1909. Ha estado en uso hasta 1974 y actualmente sólo se utiliza como atracción turística. El puente puede transportar 6 autos y 100 personas al mismo tiempo.

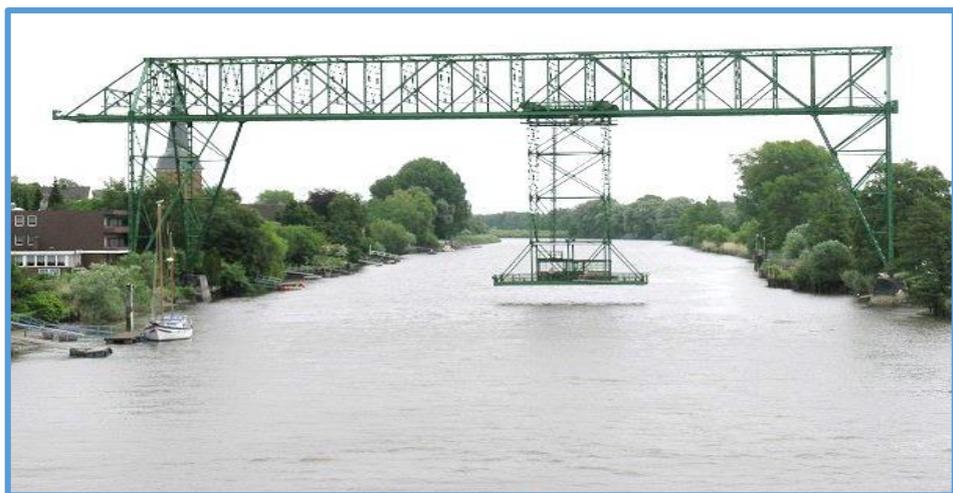


Figura 33. Puente transbordador Osten - Alemania.

- ✚ **Puentes móviles:** Los puentes móviles son aquellos en que el tablero o parte de él es móvil con tal de permitir el paso alternativo a dos tipos de tráfico muy diferente, generalmente el terrestre y el marítimo. De este modo cuando están cerrados permiten el paso de los vehículos rodados o ferrocarriles y cuando están abiertos permiten el paso de los barcos.



Figura 34. Puente móvil.

2.2.1.5. Componentes de los Puentes.

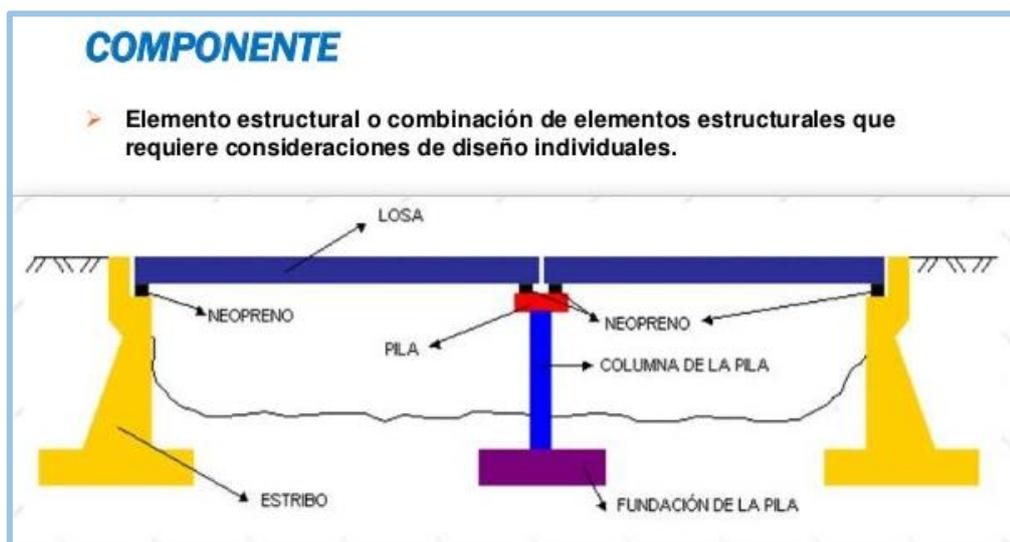


Figura 35. Componentes de un Puente.

Tablero.

(Apaza P. 2000)¹³

Conformada por la losa de concreto reforzado. Es el elemento sobre el cual se aplica directamente las cargas móviles de los vehículos, siendo sus efectos transmitidos a la estructura portante.

Estructura Portante.

(Rosas C. 2014)¹⁴

Los puentes de vigas utilizan como elemento estructural a vigas paralelas a la carretera, que soportan esfuerzos de componente vertical y transmiten las cargas recibidas a las pilas y estribos del puente, las vigas más simples están formadas por tablonces de madera, perfiles de acero laminado o secciones rectangulares de concreto reforzado.

Accesorios del tablero.

Son elementos que sirven para dar funcionalidad al puente y seguridad tanto a los vehículos como a los peatones: cordón barrera, barandas, veredas.

Estribos.

(Ventura M. 2011)¹⁵

Son los que proveen soporte a la superestructura, establecen la conexión entre la superestructura y el terraplén, son diseñados para soportar la carga de la superestructura la cual es transmitida por medio de los elementos de apoyo, el peso de la losa de transición y las presiones del suelo (empuje de tierras).

Pilares.

(Cárdenas O. 2016)¹⁶

Son elementos de apoyo intermedios los cuales conducen los esfuerzos de la superestructura hacia las fundaciones están diseñados para resistir presiones hidráulicas, cargas de viento, cargas de impacto, etc. Pueden ser de concreto o acero.

Fundaciones.

(Flores A. 2013)¹⁷

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la estructura al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su esfuerzo admisible ni produzcan concentraciones de cargas diferenciales.

2.2.1.6. Elemento Estructural.

(Oseguera L, Bernal R, Cerda O. 2012)¹⁸

Un elemento estructural es cada una de las partes diferenciadas aunque vinculadas en que puede ser dividida una estructura a efectos de su diseño. El diseño y comprobación de estos elementos se hace de acuerdo con los principios de la ingeniería estructural y la resistencia de materiales.

2.2.1.7. Concreto Armado.

(Zambrano R. 2009)¹⁹

Se le da este nombre al concreto simple más acero de refuerzo; básicamente cuando tenemos un elemento estructural que trabajará a compresión y a tracción (tensión). Ningún esfuerzo de tensión será soportado por el concreto, es por ello que se debe incluir un área de acero que nos asuma esta sollicitación, dicho valor se traducirá en el número de varillas y su diámetro, así como su disposición.

2.2.2. Patologías en las Estructuras de los Puentes de Concreto Armado.

2.2.2.1. ¿Qué es una Patología?

(Construmatica. Junio–2011)²⁰.

Define lo siguiente: En el ámbito de la construcción se denomina patología a aquella lesión o deterioro sufrido por algún elemento, material o estructura.

Para poder diagnosticar correctamente una patología primero debe conocerse el origen que causa la misma, de este modo podrá encontrarse la solución óptima para su reparación. Las lesiones patológicas deben ser analizadas mediante el diagnóstico de un especialista, ya que es muy importante la correcta evaluación del problema para proceder luego al tratamiento y la reparación adecuada de la parte afectada.

(Treviño E. 1998)²¹

El término patología, tiene sus raíces en la ciencia médica. Es una palabra que etimológicamente proviene del griego: Pathos = enfermedad, y Logos = tratado o estudio. Las patologías en las estructuras presentan manifestaciones externas de las cuales se puede determinar su naturaleza, origen y fenómenos asociados, y por lo tanto, estimar sus posibles consecuencias. Estos síntomas pueden ser descritos y clasificados, obteniéndose un primer diagnóstico mediante observación visual.

2.2.2.2. Patología Estructural.

(Panozo M. 2007)²²

La Patología Estructural es el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas o comportamiento defectuoso (enfermedad), investigando sus causas (diagnóstico) y planteando medidas correctivas (terapéutica) para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura.

2.2.2.3. Patologías en los Puentes.

(Blogger. Com)²³

Las patologías son lesiones que se presentan en diversas estructuras, en este caso en los puentes; estas se pueden originar desde el momento de la construcción del puente o por los diversos agentes atmosféricos a los que se encuentran expuestos generando el colapso de los mismos y a su vez grandes pérdidas económicas y en algunos casos humanas. Algunas de estas patologías se producen por las siguientes causas:

Grietas y Fisuras producidas por:

- ✚ Incremento de cargas.
- ✚ Materiales de mala calidad.
- ✚ Inestabilidad elástica (Pandeo)
- ✚ Deslizamiento del terreno.
- ✚ Fallos en las cimentaciones.

2.2.2.4. Causas que Originan las Patologías.

En la siguiente tabla se muestra los diferentes tipos de lesiones y las clases de patologías más frecuentes que se encuentran en las estructuras de concreto armado de un puente.

Tabla 3. Cuadro General de Clasificación de lesiones.

CUADRO GENERAL DE LESIONES	
TIPOS	CLASES
a) Físicas	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Cambios de humedad. ✚ Cambios de temperatura.
b) Mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Desprendimientos. ✚ Impactos. ✚ Vibraciones excesivas. ✚ Erosión por abrasión. ✚ Erosión por cavitación. ✚ Socavación. ✚ Fisuras. ✚ Grietas. ✚ Fracturas.
c) Químicas	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Lixiviación por aguas blandas. ✚ Ataque de sulfatos. ✚ Ataque de ácidos. ✚ Carbonatación. ✚ Eflorescencia. ✚ Oxidación. ✚ Corrosión
d) Bilógicas	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Biorreceptividad (colonización) ✚ Biocapa. ✚ Microorganismo (bacterias, Hongos, algas, líquenes y musgos)

Fuente: (Andía E. Año – 2016)⁵

a) Lesiones Físicas.

(Ortega Y, Quintero K. 2013)²⁴

Las acciones físicas se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimenta el concreto, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua, escarcha), y/o de temperatura (frio, calor, fuego). Pero también, las acciones físicas hacen referencia las variaciones en su masa (cambios de peso unitario, porosidad, y permeabilidad).

a.1 Cambios de Humedad.

Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire, se puede distinguir en cinco tipos de humedades en función a su procedencia como la humedad de obra, humedad capilar, humedad de filtración, humedad de condensación, humedad accidental.



Figura 36. Estribos de un puente con presencia de humedad.

a.2 Cambios de Temperatura.

La temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la sensación de calor o frío que se siente en contacto con ella. Cuando tocamos un cuerpo que está a menos temperatura que el nuestro sentimos una

sensación de frío, y al revés de calor. Sin embargo, aunque tengan una estrecha relación, no debemos confundir la temperatura con el calor, como: retracción térmica, exudación, presión interna, etc.

b) Lesiones Mecánicas.

(Sánchez de G. 2011)²⁵

Las lesiones mecánicas del concreto es la capacidad que tiene este para reaccionar ante una fuerza externa que coloca a este en un complejo estado ya sea tensional o en un estado de compresión dependiendo cual sea las condiciones en las que se encuentre sometida una estructura de concreto. La aplicación de una carga directa sobre un elemento constructivo implica una deformación.

Si la carga provoca un esfuerzo mecánico demasiado intenso, la deformación tendrá como consecuencia la aparición de fisuras, grietas, desprendimientos, impactos, vibraciones excesivas, erosión por abrasión, cavitación y socavación, de hecho este tipo de fenómeno es el que origina la mayor parte de estas lesiones en los elementos estructurales y en los materiales adheridos a ellos.

b. 1 Impactos.

Erosión localizada del concreto en lugares específicos de estructuras que reciben frecuentemente el efecto combinado del impacto y el frotamiento, como suele ocurrir en puentes vehiculares y atracaderos de embarcaciones.



Figura 37. Fuerza de Impacto en la estructura del puente.

b.2 Desprendimiento - Popout.

Desprendimiento de pequeñas porciones de una superficie de hormigón, debido a presión interna localizada, que deja un cráter poco profundo, generalmente cónico.



Figura 38. Desprendimiento del Concreto en la Viga de un Puente.

b.3 Vibraciones excesivas.

El efecto de la vibración es especialmente acumulativo y las grietas preexistentes o nuevas continúan desarrollándose a medida que para el

tiempo. Por lo tanto, es importante hacer un diseño por cargas dinámicas y la clave de un diseño dinámico satisfactorio consiste en asegurar que la frecuencia natural de la estructura de apoyo de la fuente vibrante (maquinaria u otra), sea significativamente diferente de la frecuencia de la fuerza perturbadora. Si ambas frecuencias son aproximadas, la vibración resonante se establecerá en el apoyo de la estructura. Para minimizar las vibraciones resonantes, las relaciones entre las frecuencia natural de la estructura y la frecuencia de la fuerza trastornante debe mantenerse fuera del rango de 0,5 a 1,5.

b.4 Erosión.

(Calavera J. 1996)²⁶

Desgaste producido en la superficie de un cuerpo por el roce o frotamiento de otro.

Existen procesos muy variados de erosión del hormigón, parte de ellos ligados a usos industriales específicos. Otros son de tipo más general y se resumen a continuación.



Figura 39. Erosión de los estribos de un Puente.

b.4.1 Erosión por abrasión.

Es producido por acciones mecánicas debidas a tráfico de peatones, vehículos ordinarios, vehículos industriales especiales.

b.4.2 Erosión por cavitación.

Desgaste en superficies de hormigón en contacto con corrientes de agua, si la forma no está correctamente estudiada, puede ocurrir que la corriente tienda a separarse de la superficie del hormigón en ciertas zonas, creando en ellas zonas de baja presión, la cual puede llegar a ser, en función a la temperatura, inferior a la presión de vapor, creándose el fenómeno de cavitación (idéntico al que se presenta a veces en turbinas, hélices de barco, etc,) que ataca a la superficie de hormigón en forma de picaduras que posteriormente se unen en zonas erosionadas amplias. La resistencia a la cavitación es proporcionada por la pasta de cemento.



Figura 40. Desgaste de los Estribos y Pilares de un Puente

b.4.3 Socavación.

Se denomina socavación a la excavación profunda causada por el agua, uno de los tipos de erosión hídrica. Puede deberse al embate de las olas contra un acantilado, a los remolinos del agua, especialmente allí donde encuentra algún

obstáculo la corriente, y al roce con las márgenes de las corrientes que han sido desviadas por los lechos sinuosos. En este último caso es más rápida en la primera fase de las avenidas.

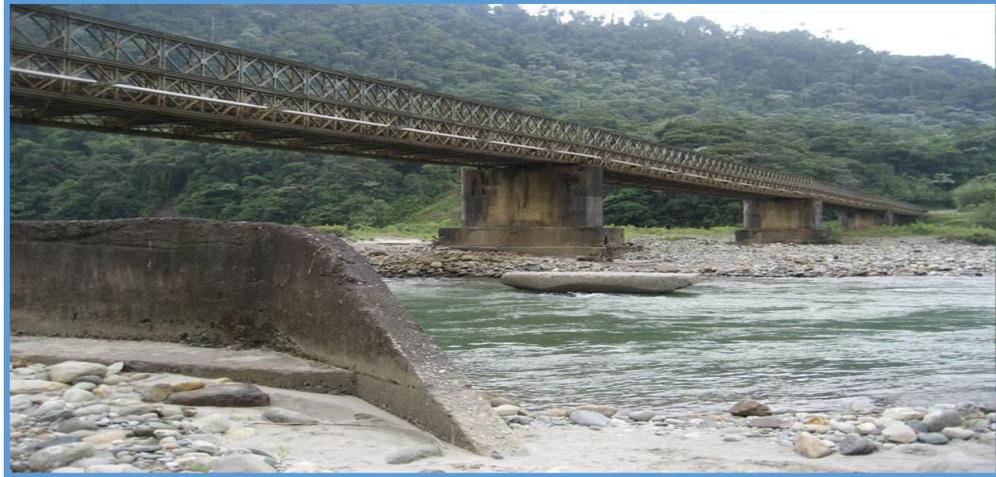


Figura 41. Socavación de los estribos y pilares de un puente.

b.5 Fisuras.

(Sánchez de G. 2011)²⁵

Las fisuras en elementos de concreto es de recurrencia diaria y no existe obra realizada en concreto que no presente esta patología, lo importante es saberlas reconocer, prevenir su aparición, saber cómo resanarlas cuando se presenten y en algunos casos inducirlas para que aparezcan antes de realizar los acabados.



Figura 42. Fisuras en la estructura de un Puente

b.5.1 Fisuras de retracción plástica.

Resultan en general relativamente cortas, poco profundas y erráticas (aunque a veces se muestran paralelas) que pueden aparecer en el estado fresco del hormigón durante los trabajos de terminación en días ventosos, con baja humedad y alta temperatura del aire.

b.5.2 Fisuras por asentamiento plástico.

Se produce frecuentemente en hormigones que no están adecuadamente diseñados cuando un exceso de exudación produce una importante reducción en el volumen del hormigón en estado fresco. En aquellas zonas donde el movimiento del hormigón en estado fresco se encuentre restringido se producirán fisuras en coincidencia con dicha restricción generalmente producida por las armaduras superficiales.

b.5.2 Fisura por retracción hidráulica.

La contracción por secado, también conocida como retracción hidráulica, consiste en la disminución de volumen que experimenta el concreto endurecido, cuando está expuesto al aire con humedad no saturada. En términos generales, es debida a reacciones químicas y a la reducción de humedad.

b.6 Grietas.

(Sánchez de G. 2011)²⁵

Las grietas estructurales son la consecuencia de esfuerzos que actúan en la sección neta resistente de los elementos estructurales, por aplicación de cargas directas. En realidad, en cualquier elemento de concreto reforzado es probable que se presente una fisuración relativamente pequeña (con ancho de

grietas menos a 0,5 mm), bajo las cargas de servicio normales, siempre y cuando las armaduras no alcancen su límite elástico. Usualmente, esta fisuración se presenta en los puntos en que las tensiones son máximas.

b.6.1 Grietas por tracción pura.

De acuerdo con lo mencionado al principio de esta sección, el concreto simple ofrece una resistencia muy baja a los esfuerzos de tracción (su resistencia a la tracción es apenas del orden de un 10% de su resistencia a la compresión). Por ello, es obvio considerar la tracción pura como el caso más básico de agrietamiento.

b.6.2 Grietas por flexión.

Para una viga, una losa o un muro, sometidos a esfuerzos de flexión que causan una deformación por pandeo del elemento, se presentan tracciones en la cara sometida a la expansión de su superficie, que originan fisuras y grietas. Estos planos de falla son de dos tipos: grietas de flexión, que originalmente son fisuras de tracción, las cuales se extienden hasta llegar al eje neutro de la sección; y grietas por tracción, que emergen como una manifestación del aumento de la deformación, se localizan entre las fisuras de flexión y se extienden por encima de las barras de refuerzo.

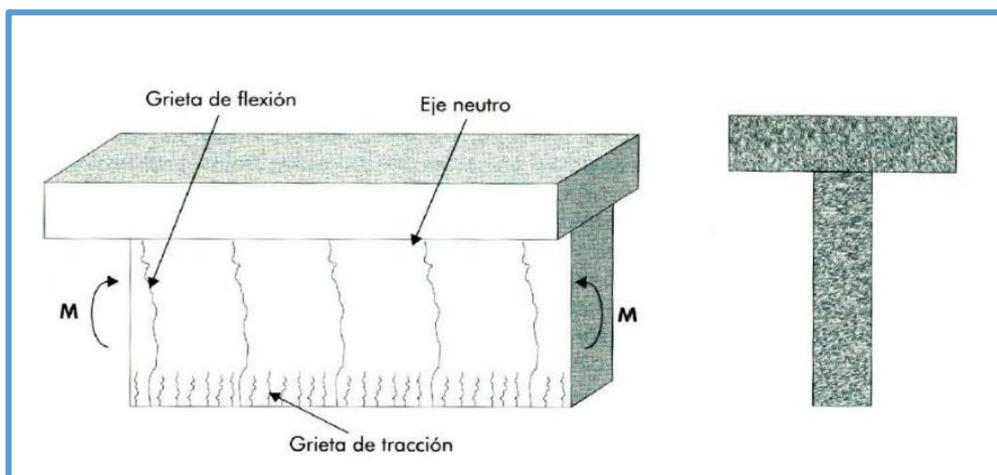


Figura 43. Grietas por flexión y tracción de un elemento sometido a esfuerzo de flexión.

b.6.3 Grietas longitudinales.

Aunque las grietas longitudinales, es decir aquellas que se forman a lo largo de la dirección de las barras de refuerzo, se pueden inducir como consecuencia de los fenómenos de retracción plástica o de asentamiento plástico, también pueden formarse grietas longitudinales por falta de adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo. Esta situación, no es usual en estructuras bien calculadas y construidas, bajo las cargas normales de servicio. Pero si se presentan, indican un grave deterioro del comportamiento mecánico del elemento y de exposición extrema del acero principal a eventuales sustancias agresivas. Ocasionalmente, la falta de adherencia se presenta porque durante la construcción, las varillas de acero se impregnan de aceites, bentonita o tienen óxido suelto.



Figura 44. Grietas en una dirección (debido a flexión en la viga)

b.6.4 Grietas por cortante.

Para el caso de vigas y losas sometidas a esfuerzos de corte (y flexión), la deformación que ocurre puede causar las llamadas «grietas de cortante» que aparecen inclinadas en las zonas cercanas a los apoyos (ver figura 56). El ángulo entre las grietas de cortante inclinadas y el eje de la viga, es de aproximadamente 45° (zona de máximo cortante y mínimo momento de

flexión, por cargas verticales). Algunas veces, si existen fisuras de tracción en la parte superior de la viga (que se han causado por momentos negativos de flexión cerca al apoyo), estas tienden a unirse con las grietas de cortante.

b.6.5 Grietas por torsión.

Los esfuerzos de torsión en un elemento estructural como una viga, causan grietas transversales e inclinadas similares a la grietas de cortante, pero difieren de estas últimas en que siguen un patrón de espiral que atraviesa toda la sección de los miembros afectados.

b.6.6 Grietas por punzonamiento.

La condición del estado límite último por punzonamiento se alcanza en elementos que experimentan tracciones que se originan por tensiones tangenciales, que a su vez son motivadas por una carga o reacción localizada en un área relativamente pequeña. Este fenómeno de falla, se caracteriza por la formación de una superficie de fractura en forma de tronco de pirámide, cuya directriz es el área cargada. Usualmente, la falla es del tipo frágil, lo cual denota falta de refuerzo en la zona.

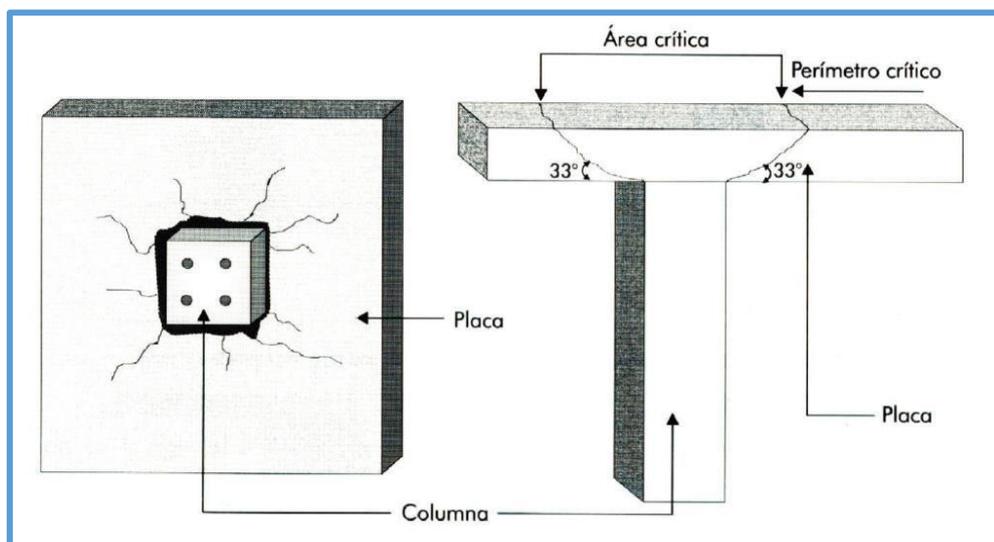


Figura 45. Patrón de falla local por aplastamiento debido a una carga concentrada en una columna

b.6.7 Grietas por compresión simple.

Cuando un elemento de concreto como una columna está sometida a una carga axial, se produce un esfuerzo de compresión simple que actúa sobre toda la sección transversal de la columna. Si se rebasa la capacidad resistente de la columna a la compresión, entonces ocurre una fisuración que es paralela a la dirección larga de la columna y que no necesariamente es superpuesta a las varillas de la armadura, Cuando el patrón es oblicuo, puede estar indicando que el concreto está seco.

b.7 Fracturas y aplastamientos.

(Sánchez de G. 2011)²⁵

Dentro de los fenómenos que originan fracturas y aplastamientos en el concreto, se encuentran las grietas de apoyo; los planos de falla por aplastamiento local; las fracturas y los descascaramientos por impactos; y la desintegración por trituración.

b.7.1 Fracturas en apoyos.

Cuando se tienen elementos simplemente apoyados, apoyados, como por ejemplo vigas, se pueden generar fracturas y fallas de borde que están en conexión con las zonas de apoyo. Entre ellas, pueden darse varias modalidades, las más usuales son las siguientes:

b.7.1.1 Fractura por rigidez de apoyo.

Ocurre cuando la conexión (junta de dilatación) entre el elemento que se apoya y el elemento de apoyo no tiene una transición adecuada mediante un elemento de amortiguamiento como un «cojín de neopreno». Usualmente, la fractura ocurre como consecuencia de: los movimientos y esfuerzos horizontales que experimenta la zona del apoyo, por los ciclos de dilatación

y contracción térmica; y/o por la rotación que experimenta el elemento apoyado, lo cual puede inducir un sobre esfuerzo local de compresión al concreto de la esquina del elemento de apoyo.

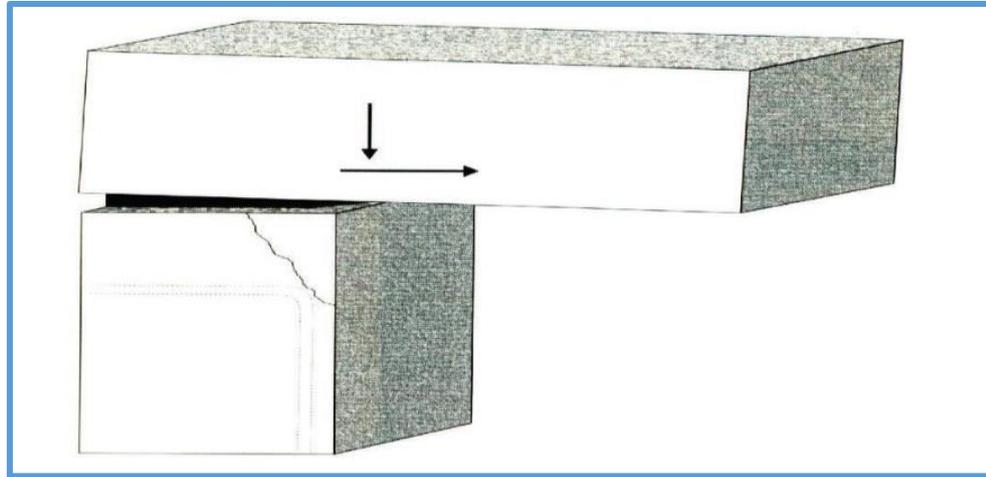


Figura 46. Patrón de fractura de borde, por rigidez del apoyo.

b.7.1.2 Fractura inducida por el recubrimiento.

Ocurre en ciertas ocasiones, cuando el material de transición y amortiguamiento se sitúa muy cerca del borde de los elementos y por ello se induce un plano de falla que descascara el recubrimiento de las barras principales del refuerzo que se encuentran dobladas.

b.7.1.3 Fractura por falta de refuerzo en el borde.

Este tipo de fisura ocurre cuando el borde del extremo de una viga que se apoya sufre esfuerzos de compresión y/o tracción locales, y no se ha reforzado suficientemente o el refuerzo principal está compuesto por varillas de gran diámetro que al ser dobladas requieren de un amplio radio de doblado que no se cumple.

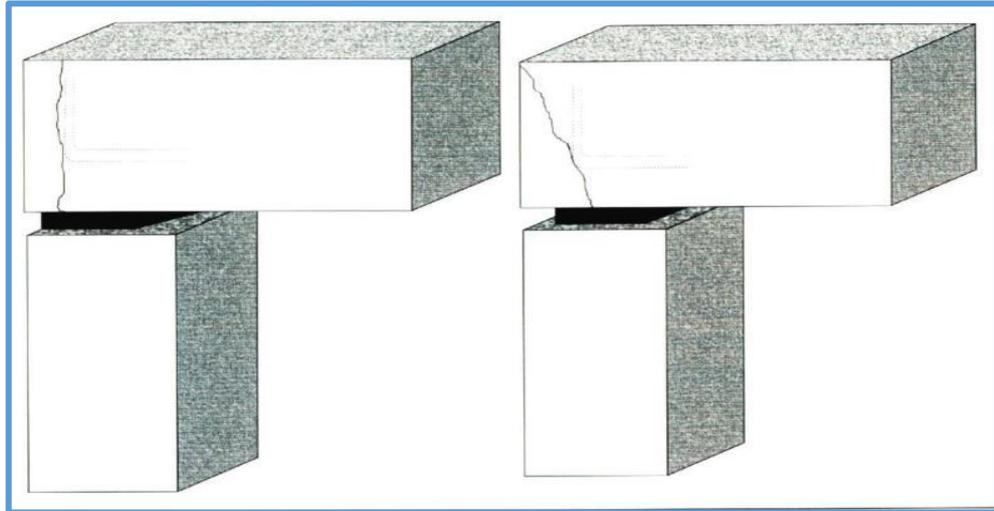


Figura 47. Patrón de fractura inadecuado en el borde.

b.7.1.4 Fractura por aplastamiento local.

Las fracturas y grietas por aplastamiento tienen su origen en la alta concentración de cargas que a veces se dan en las zonas de apoyo de elementos simplemente apoyados, o en las zonas de anclaje para el pre-esfuerzo de torones y cables. Cuando el aplastamiento ocurre por una carga concentrada, el patrón de falla se localiza directamente debajo de esta, que tiende a dividir la sección de concreto localmente.

c) Lesiones Químicas.

(Rivva E. 2006)²⁷

Dentro de los factores de deterioro imputables a las lesiones químicas están, el ataque de ácidos, la lixiviación por aguas blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas o ataque de sulfatos, eflorescencias y la expansión destructiva de las reacciones álcali – agregado. También se puede mencionar la corrosión de los metales, este se puede definir como un proceso de reacción entre el metal y alguna sustancia del medio ambiente que lo rodea y el resultado es una oxidación destructiva del material en cuestión.

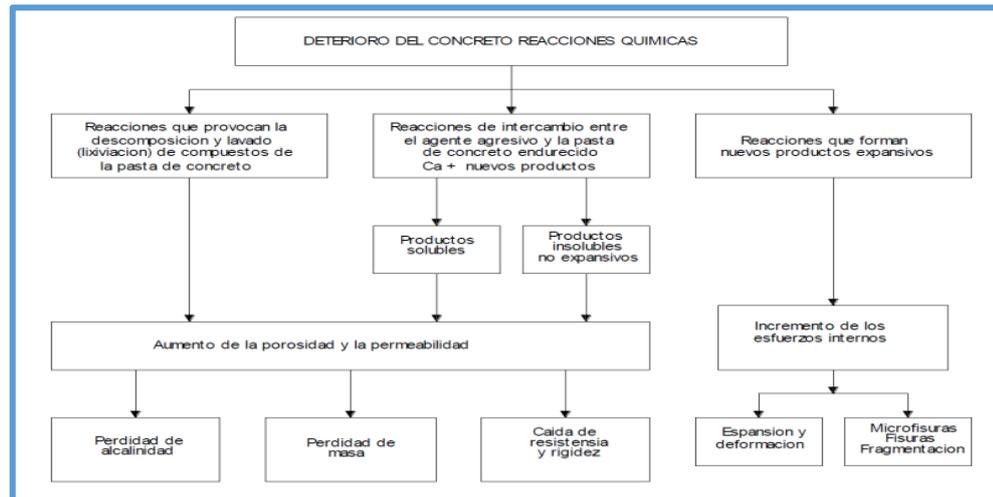


Figura 48: Deterioro del concreto por reacciones químicas.

c.1 Lixiviación por aguas blandas.

El paso del agua a través del concreto – por filtración o por presión – produce la disolución y extracción de la cal libre con la consecuente pérdida de volumen y de resistencia. La disolución de la cal del concreto ocurre también por contacto con aguas blandas debido al bajo contenido de sales que tienen estas.

c.2 Ataque de sulfatos.

(Sánchez de G. 2011)²⁵

Algunos sulfatos de sodio, calcio, potasio, y magnesio que están naturalmente en el suelo o disueltos en el agua freática o en la atmósfera pueden acumularse sobre la superficie del concreto incrementando a su concentración y por lo tanto el riesgo de deterioro. Los mecanismos que intervienen en el ataque del concreto por sulfatos, son dos reacciones químicas.

- ✚ Combinación de los sulfatos con hidróxido de calcio (calibre), que forman sulfato de calcio (yeso).

- ✚ Combinación de yeso con aluminio hidratada de calcio para formar sulfoaluminato de calcio (etringita).

Estas dos acciones tienen como resultado un aumento del volumen sólido (en aproximadamente un 18%), y a la segunda se le atribuyen la mayoría de las expansiones, rupturas o ablandamientos del concreto causados por soluciones de sulfatos.

c.3 Ataque de ácidos.

Es un hecho bien conocido que la pasta de cemento Portland endurecido, el elemento que mantiene adherido el concreto, es un material silico-calcáreo con un fuerte carácter básico, cuyo pH es del orden de 13 y por lo tanto susceptible al ataque de cualquier vapor de ácido o ácido líquido, por débil que fuese.

c.4 Carbonatación.

(Calavera J. 1996)²⁶

La carbonatación, es un tipo particular de reacción ácida, pero de excepcional importancia en la durabilidad del concreto. Se debe a la penetración por difusión del dióxido de carbono o anhídrido carbónico (CO_2), del aire atmosférico o del suelo, en la estructura porosa de la superficie del concreto.

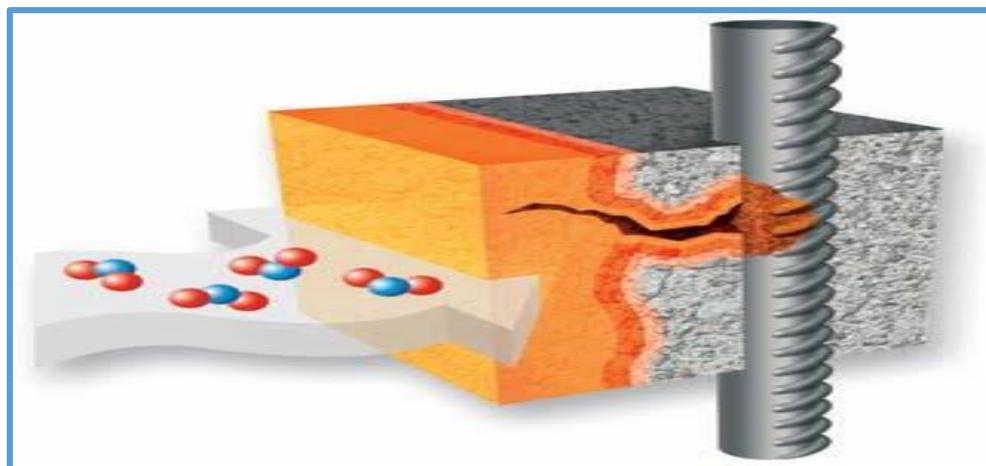


Figura 49. Proceso de carbonatación

c.5 Eflorescencia.

(Monjo J. 1997)²⁸

Como la cristalización en la superficie de un material de sales solubles contenidas en el mismo que son arrastradas hacia el exterior por el agua que las disuelve, agua que tiende a ir hacia afuera, donde acaba evaporándose y permite la mencionada cristalización.

Así, pues, para que se produzca la eflorescencia es necesaria la influencia de tres fenómenos fisicoquímicos, a saber:

- ✚ Existencia de sales solubles en algunos de los materiales constitutivos del cerramiento afectado (ladrillo, bloques, piedra, morteros, hormigón, etc.).
- ✚ Presencia de humedad, normalmente infiltrada, que tiende a salir al exterior por simple diferencia de presión de vapor.
- ✚ Disolución y transporte de las sales hacia la superficie exterior del cerramiento donde, al evaporarse el agua en contacto con la atmosfera con menor presión de vapor, las sales disueltas recrystalizan adoptando formas simétricas según el sistema de cristalización, que nos recuerdan a flores, de donde viene el nombre de “eflorescencias”.



Figura 50. Eflorescencia en el concreto del Estribo de un Puente.

c.6 Oxidación.

Entendido este conjunto como la transformación molecular y la pérdida de material en las superficies de los metales y sobre todo en el hierro y el acero.

c.7 Corrosión.

Como la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal como consecuencia de la aparición de una pila electroquímica, en presencia de un electrolito, en la que el metal en cuestión actúa de ánodo perdiendo electrones en favor del polo positivo (cátodo) electrones que acaban deshaciendo moléculas, lo que se materializa como pérdida de metal.

Mecanismo de corrosión del concreto.

Una vez que la corrosión se ha desencadenado, esta se manifestará bajo tres vertientes.

- ✚ Sobre el acero, con una disminución de su diámetro inicial y por lo tanto de su capacidad mecánica.
- ✚ Sobre el concreto, debido a que al generarse acumulación de óxidos expansivos en la interface acero-concreto, provoca fisuras y desprendimientos.
- ✚ Sobre la adherencia acero/concreto, desde el punto de vista de la corrosión del acero en el concreto.



Figura 51. Corrosión en vigas de un Puente.

d) Lesiones Biológicas.

(Calavera J. 1996)²⁶

Aunque la contaminación atmosférica es un importante factor de deterioro del concreto, la actividad biológica juega también un papel preponderante debido a sus interacciones con el material. La presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal sobre las estructuras del concreto, no solamente pueden afectar al confort ambiental y la estética de las construcciones, sino que también puede producir una gran variedad de daños y defectos de carácter físico, mecánico, químico y biológico. En ellos podemos encontrar las bacterias, hongos, algas, líquenes y musgos.

d.1 Biorreceptividad.

(Sánchez de G. 2011)²⁵

La Biorreceptividad del concreto, como la de cualquier otro material, hace referencia al estudio de todas aquellas propiedades del concreto que contribuyen o favorecen la colonización, establecimiento y desarrollo de

microorganismos de origen animal o de origen vegetal, y que afectan su durabilidad como material de una construcción. Pero además, para que la Biorreceptividad del concreto funcione, se requieren cuatro condiciones: presencia de agua, disponibilidad de nutrientes, condiciones ambientales apropiadas, y superficie de colonización.

d.1.1 Presencia de agua.

Todas las formas de vida conocidas en la tierra, necesitan del agua para crecer y reproducirse. De manera que, para que haya deterioro biológico se requiere agua; y esta puede proceder de fuentes externas (humedad del medio ambiente) o estar presente en los poros del concreto (humedad relativa efectiva).

d.1.2 Disponibilidad de nutrientes.

De igual modo que con el agua, los microorganismos forman colonias donde hay fuentes disponibles de nutrientes. El medio ambiente puede ser una fuente, las sustancias que se depositan o impregnan la superficie del concreto pueden ser otra fuente, y el mismo concreto puede constituirse también en una fuente de alimentación.

d.1.3 Condiciones ambientales.

Aunque el microclima que rodea la superficie del concreto, es determinante para el desarrollo de microorganismos, hay ciertos géneros que pueden sobrevivir por largos períodos de tiempo en condiciones muy adversas. Por ejemplo, la presencia de oxígeno no siempre es necesaria o determinante, pues las bacterias anaeróbicas viven con concentraciones de oxígeno inferiores a 0.1 mg/l; mientras que las aeróbicas lo hacen con concentraciones de oxígeno superiores a 1g/l.

d.1.4 Superficie de colonización.

Para que se establezcan los asentamientos y colonias de microorganismos sobre la superficie del concreto, deben establecerse unos mecanismos de fijación, y ellos se dan en virtud de la textura que ofrece la superficie de anclaje. Usualmente, las texturas rugosas y porosas ofrecen mejores condiciones para el asentamiento porque favorecen la retención de agua y el crecimiento del microorganismo invasor; aunque, algunas superficies lisas y densas también pueden servir como superficie de invasión.

d.2 Biocapa.

(Sánchez de G. 2011)²⁵

La capa biológica o biocapa se puede definir como la película o costra que se forma sobre la superficie de concretos y morteros, como consecuencia del asentamiento y presencia de microorganismos con actividad metabólica; cuyo ciclo de vida, también favorece la formación y espesor de la biocapa (por excreción de sustancias como polisacáridos y productos ácidos), y por la descomposición de microorganismos muertos. La biocapa se caracteriza por ser una masa de consistencia gelatinosa o mucilaginosa, de coloración variada (manchas con diversas pátinas de color verde, marrón o negro), según la presencia o ausencia de oxígeno.

d.3 Microorganismos.

(Sánchez de G. 2011)²⁵

Entre los organismos que fomentan el deterioro microbiológico del concreto, se pueden distinguir géneros y especies principalmente de origen vegetal. Entre ellas, se encuentran las bacterias, los hongos, las algas, los líquenes y el musgo.

 Bacterias.

✚ Hongos.

✚ Algas, Líquenes y Musgos.

III. HIPÓTESIS.

El siguiente trabajo de investigación carece de hipótesis: porque ha sido desarrollado de manera cualitativa, visual, ocular no experimental y de corte transversal. Por lo tanto no se obtiene variables, que no permite tener indicadores dentro del trabajo de investigación.

IV. METODOLOGÍA.

4.1. Diseño de la Investigación.

Tipo de la Investigación.

Por lo general el tipo de la investigación a realizarse es **descriptivo**, visual, ocular, no experimental y de corte transversal, donde nos enfocaremos a describir y observar criteriosamente cada una de las Patologías que podamos encontrar.

Es **descriptiva** porque describe cada una de las patologías en base a los datos ya existentes creados por investigadores. El proyecto estudia detalladamente cada tipo de patología y establece mediante la Evaluación y Determinación las posibles causas y su grado de afectación que produce a la estructura.

Es **no experimental** porque el estudio se basa en la observación de hechos en pleno sin alterar en lo más mínimo ni el entorno ni el fenómeno observado en el lugar.

El estudio es de **Corte Transversal** porque no tiene un periodo de tiempo para su realización, este se efectúa en un momento puntual Abril – 2018.

Nivel de la Investigación de la Tesis.

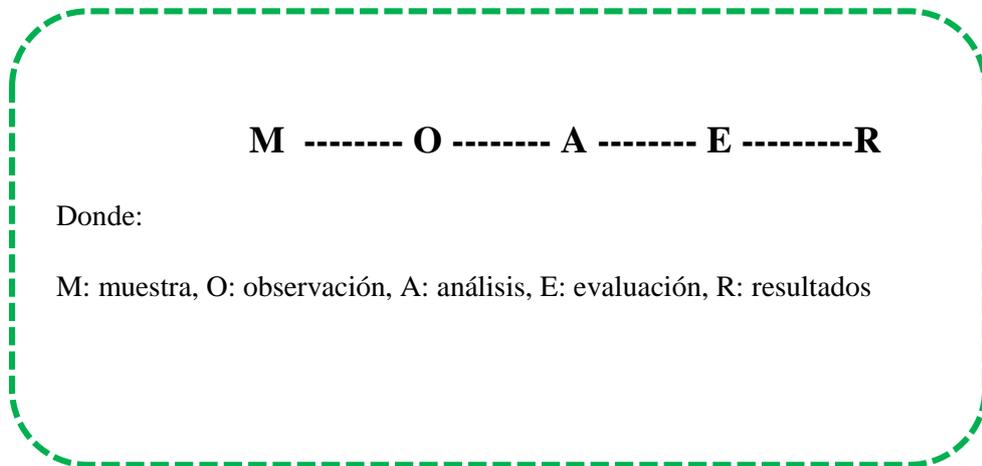
El nivel de la Investigación es **descriptivo y explicativo**, por lo que se relaciona directamente con la naturaleza del estudio. Están basados principalmente en describir y especificar las propiedades importantes para la evaluación y determinación de los fenómenos a estudiar dentro del proyecto de Investigación establecido.

Diseño de la Investigación.

Para el diseño de la investigación se efectuara siguiendo los principales métodos, en la que se determina la condición y tipo de las patologías en la estructura de los Puentes. Estos métodos a utilizarse son: Síntesis, deductivo, inductivo, descriptivo, estadístico, entre otros respectivamente. Se desarrollaron de forma tal como se ve a continuación:

- A. La investigación del proyecto será realizada, mediante el apoyo de información referencial como planos, mediciones del tramo, áreas e identificación, tipo y cantidad de patologías. Ello nos ayuda y facilita la aplicación de los cálculos para procesar y obtener los datos de los estudios realizados.
- B. La metodología a emplearse durante el desarrollo del proyecto de tesis es como se menciona a continuación:
 - Es la etapa donde se realiza el recojo de los antecedentes preliminares, en la cual se empieza la búsqueda de información, observación y toma de datos para la evaluación del proyecto, tratando de que la información que buscamos sea útil y/o necesaria para investigación.
 - Para la determinación y evaluación de los diferentes tipos de patologías, el siguiente proyecto está basado en el estudio de toda el área de la estructura del Puente elegido, en la cual nos facilita de manera conjunta la obtención y resultado de los datos estadísticos, porcentuales y analíticos.

- El diseño y método de investigación, se realizará de la siguiente manera:



4.2. Población y Muestra.

Dentro de la tesis de investigación, el universo está conformado por todos los Puentes Vehiculares de Concreto Armado ubicados sobre la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018” Estos se caracteriza por sus elementos estructurales propios que lo conforman, y por ello se procede a la observación visual y plena para la determinación y evaluación de los tipos de patologías con las que se encuentran cada uno de ellos.

a). Muestra.

Para la presente tesis, la muestra comprende en todos los elementos estructurales de concreto armado del Puente Chanrro. Este permite la mejor evaluación y determinación de las patologías existentes en la infraestructura.

Las muestras para la evaluación de la tesis serán realizadas en el lugar, estas son identificadas en toda el área superficial de las estructuras del puente establecido, la cual nos permite de acuerdo a su estado, grado y condición determinar los tipos de patologías que se pueden encontrar.

4.3. Definición y Operacionalización de las Variables.

El siguiente trabajo de investigación carece Operacionalización de las Variables ya que no tiene hipótesis: porque ha sido desarrollado de manera cualitativa, visual, ocular no experimental y de corte transversal. Por lo tanto no se obtiene variables, que no permite tener indicadores dentro del trabajo de investigación.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La técnica utilizada será la determinación y evaluación visual, la cual es clave para iniciar el desarrollo de la investigación, se empieza por la toma de datos y se la considera como el método de recojo de información de la muestra. En este método es fundamental tener los instrumentos necesarios para su elaboración correspondiente.

Los instrumentos que se debe tener son los siguientes:

- **Libros y manuales de referencias.** En estos instrumentos nos apoyamos para conocer e identificar los tipos de patologías, que se encontraron.
- **Cuaderno o libreta de apuntes.** Nos permite anotar la información de manera ordenada para luego evaluarla.
- Se debe tener también los siguientes instrumentos: una wincha, una cámara fotográfica, un GPS para georreferenciar el lugar, una regla, una brocha, etc. Estos instrumentos nos ayudaran a obtener las mediciones de las patologías.
- La información obtenida se debe plasmar en **cuadros estadísticos** que permiten facilitar el estudio de la investigación.

4.5. Plan de análisis.

El plan de análisis elegido para la investigación del proyecto, estará comprendido de la siguiente manera:

- El plan de análisis se realizara teniendo el pleno conocimiento de la ubicación geográfica del lugar y la **muestra** obtenida, la cual permite la evaluación de manera general de los diferentes tipos de patologías existentes.
- Procedimiento de recojo de información de campo mediante la **observación**, de manera que nos permite obtener información de los tipos de patologías encontradas.
- Se procederá a realizar el **análisis** de toda la información obtenida para el diagnóstico de las patologías existentes.
- Luego para concluir se obtendrán los **resultados** que permitirán establecer las causas por las que se originan las patologías y el grado de incidencia de cada una de ellas, como también el estado actual del Puente.

4.6. Matriz de Consistencia.

Tabla 4. Matriz de Consistencia o Coherencia

		Bachiller: Montalvan Cordova Confesor Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil		
“EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018”				
ENUNCIADO PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA	JUSTIFICACION
¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del “Puente Vehicular Chanrro situado sobre el Río Chanrro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanrro distrito San Miguel del Faique Provincia de	Objetivo General. El objetivo general de la investigación es evaluar y determinar las patologías del Puente Vehicular Chanrro situado sobre el Río Chanrro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanrro distrito San Miguel del	V. Dependiente Determinación y Evaluación de las patologías en el Puente Vehicular Chanrro situado sobre el Río Chanrro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el	Tipo de Investigación. Por lo general el tipo de la investigación a realizarse es descriptivo, analítico no experimental y de corte transversal, Abril del 2018. Nivel de la Investigación de la Tesis. El nivel de la investigación para el presente estudio, está relacionado directamente con la naturaleza del estudio	Justificación de la Investigación. Teniendo en cuenta la problemática que se ha obtenido y hecho mención anteriormente. La presente investigación se justifica en la necesidad de identificar y conocer las patologías, el estado actual de servicio con el que se encuentra el Puente Vehicular Chanrro situado sobre el Río Chanrro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanrro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018.

<p>Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018”ayudara n a obtener una rehabilitación del puente en el estudio?</p> <p>¿Cuáles son los tipos de patologías existentes que se presentan y a qué nivel o grado de manifestación se encuentran en la estructura del concreto armado del Puente Vehicular Chanro situado sobre el Río Chanro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanro distrito San Miguel del Faique</p>	<p>Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018.</p> <p>Objetivo Específico.</p> <p>El objetivo específico es determinar y conocer los diferentes tipos de patologías presentes en las estructuras de concreto armado del Puente Vehicular Chanro, ya que son los principales causantes del deterioro de su diseño estructural.</p> <p>Evaluar y medir el nivel o grado de afectación de las patologías presentes en el</p>	<p>Caserío Chanro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamen to de Piura, Abril 2018.</p> <p>V. Independiente.</p> <p>Concreto Armado de la estructura del Puente Vehicular Chanro situado sobre el Río Chanro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el</p>	<p>de la investigación del proyecto, ya que junta las características de un estudio de tipo explicativo, descriptivo y correlacionado.</p> <p>Diseño de la Investigación.</p> <p>La Población y Muestra.</p> <p>a). Muestra.</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos.</p> <p>-. Cuaderno o libreta de apuntes.</p> <p>-. Libros y manuales de referencias.</p> <p>Plan de análisis.</p> <p>El plan de análisis se realizara teniendo el pleno conocimiento de la ubicación geográfica del lugar y la muestra obtenida, la cual</p>	<p>Considerando los diferentes tipos de patologías que se han encontrado en dicha estructura, nos permite plantear e iniciar la determinación y evaluación de los puntos o áreas afectadas en todos los elementos de concreto armado de dicho Puente, teniendo como finalidad obtener la descripción, datos estadísticos mediante porcentajes los problemas o daños que se presentan, así mismo el nivel y grado actual de deterioro con el que se encuentra y las condiciones de servicio que brinda a los usuarios respectivamente en la actualidad.</p> <p>Por otro lado el proyecto de la investigación pretende dar a conocer de manera en general los datos y resultados que se obtuvieron según la metodología utilizada en la realización de las actividades, con el fin de adquirir y plasmar las condiciones actuales de servicio que tiene el Puente, también el estado actual</p>
---	---	--	--	---

Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018?	área de estudio en donde se desarrolla la investigación mediante datos obtenidos que nos permite conocer los tipos de patologías que producen el daño de la infraestructura.	Caserío Chanro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamen to de Piura, Abril 2018.	permite la evaluación de manera general de los diferentes tipos de patologías existentes. • Luego para concluir se obtendrán los resultados que permitirán establecer las causas por las que se originan las patologías y el grado de incidencia de cada una de ellas, como también el estado actual del Puente.	con el que cuenta en todo el tramo elegido. Este proyecto de investigación se utilizara como fuente y/o base de datos para la toma de decisiones que debe tener en cuenta dicho Puente en el momento de la realización de actividades en su estructura y se sabrá qué tipo de proyecto se puede realizar.
--	--	--	---	--

Fuente: Elaboración Propia

4.9. Principios éticos.

Los principios éticos de una investigación abarca aspectos morales y científicos, desde su lado científico toca puntos como encontrar el conocimiento o mejorar el estado de las cosas.

Los proyectos investigativos son realizados en equipos o basados en antecedentes y/o conceptos básicos de lo que se requiere encontrar.

Para el desarrollo del siguiente proyecto se consultó en diferentes tesis, revistas, libros y manuales relacionados al tema, por lo que se debe reconocer que el esfuerzo realizado tiene un mérito en cada uno de estos autores que realizaron dicha investigación, por esa razón declaro que se ha respetado los derechos reservados de cada uno de los autores que aportaron de su información.

V. RESULTADOS.

5.1. Resultados.

Para el siguiente trabajo de Tesis se tiene como objetivo evaluar las patologías y determinar el grado de severidad de cada una de ellas, como también obtener la condición con la que se encuentra en un tiempo determinado el Puente Vehicular Chanro situado sobre el Río Chanro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, Abril 2018.

Para el desarrollo de nuestros resultados se ha recurrido a la Guía para Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones Versión 2008. Donde indica cómo realizar y obtener los datos de campo, Para luego evaluar la condición de los elementos y componentes del puente (daños y deterioros) mediante la ficha formato del SCAP.

Tabla de Rangos de Condición

Tabla 5: Condición Global del Puente

CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA CONDICIÓN
0	Muy Bueno	0.00 – 0.99	El puente (pontón) no tiene problemas, No hay necesidad de reparaciones.
1	Bueno	1.00 – 1.99	El puente (pontón) solo muestra un deterioro mínimo, no hay necesidad de reparaciones pero ciertas actividades de mantenimiento pueden ser necesarias.
2	Regular	2.00 – 2.99	Existe deterioro, desprendimientos, socavación pero no afectan la capacidad portante y/o de servicios. Hay necesidad de reparaciones menores.
3	Malo	3.00 – 3.99	Existe pérdida de sección, deterioro, desprendimiento o socavación que afecta seriamente las componentes principales de la Estructura. Pueden existir rajaduras por falta del acero o por cortante / flexión en el concreto. La capacidad portante y/o de servicio puede estar afectado. Hay necesidad de reparaciones mayores.
4	Muy Malo	4.00 – 4.99	Necesita repararse pero se puede mantener abierto a tráfico restringido. El deterioro de elementos principales afecta la capacidad portante y/o de servicio. Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. Grietas de fatiga en acero o grietas de corte de concreto. Grietas de fatiga en acero o grietas de corte de concreto Conviene cerrar al puente al menos que este monitoreado
5	Pésimo	5.00 – 5.99	La capacidad portante y/o de servicio está afectada en forma de presentar un peligro inminente. Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura El puente (pontón) debe cerrarse al tráfico.

Fuente: Guía para la Evaluación de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicación (MTC).

Dentro de las Patologías evaluadas en cada elemento se presentan a continuación siguiendo la clasificación mediante la ficha o formulario del SCAP, que los clasifica e inúmera cada elemento.

Tabla 6. Relación de elementos conforme la metodología SCAP.

CANTIDAD DE ELEMENTOS EVALUADOS		
MUESTR A	Nº	ELEMENTO
UM - 01	353	Barandas de Acero
UM - 02	311	Veredas Peatonales de Concreto
UM - 03	301	Capa Asfalto
UM - 04	191	Losa de Concreto Armado (refuerzo longitudinal)
UM - 05	110	Viga Principales Concreto armado
UM - 06	111	Vigas Secundarias de Concreto Armado
UM - 07	344.	Junta de Expansión, Tipo Compresible / Expandible Sólido
UM - 08	327	Apoyo de Concreto
UM - 09	202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado
UM - 10	241	Elevación de Pilares Concreto Armado

Fuente: Elaboración Propia

Para procesar los datos recopilados en campo se ha realizado un formato en particular, en la cual nos permite sustentar nuestros metrados de cada elemento inspeccionado y obtener las áreas de cada patología encontrada para luego determinar su grado de severidad, y obtener la condición de cada elemento como también la condición global del puente.

Tabla 7. Evaluación de la unidad de muestra numero 01 (barandas de acero)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FORMATO DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PUENTES					
		EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018					
ELABORADO POR: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA					FECHA		
DATOS GENERALES DEL PUENTE					15/04/218		
NOMBRE:	CHANRRO	CASERIO:	CHANRRO	PROGR:	57+100 KM		
TIPO:	LOSA-VIGA	DISTRITO:	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	COORDENADAS			
Nº TRAMOS:	5	PROVINCIA:	HUANCABAMBA	5431553	79738645		
LONGITUD (m)	91.00 m	REGIÓN:	PIURA				
AÑO CONST:	1984 -1985	ESTRUCT:	CONCRETO ARMADO	ELEVACIÓN	227 m.s.n.m		
TIPOS DE PATOLOGÍAS			FOTOGRAFÍA: BARANDAS METALICAS				
1. DESPRENDIMIENTOS 2. FISURAS 3. GRIETAS 4. EFLORESCENCIA 5. IMPACTOS 6. CORROSIÓN 7. OXIDACIÓN 8. CARBONATACIÓN 9. FRACTURAS 10. HUMEDAD			11. SOCAVACIÓN 12. EROSIÓN POR ABRASIÓN 13. EROSIÓN POR CAVITACIÓN 14. LIXIVIACIÓN 15. COLONIZACIÓN 16. FILTRACIÓN (HUMEDAD) 17. DAÑOS EN JUNTAS 18. ASENTAMIENTO 19. PULIMIENTO 20. DISGREGACIÓN 21. COLONIZACIÓN				
CUADRO DE EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS EN LA UM - 01							
353 BARANDAS DE ACERO							
CUADRO DE SUSTENTO DE METRADOS					CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
ELEM.	VERTICALES	HORIZONTALES	UNIDAD	METRADO			
Long. (m)	0.9	91	ML	232.40	0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
Cant.	56	2			1	BUENO	1.00 - 1.99
TOTAL	50.4	182			2	REGULAR	2.00 - 2.99
					3	MALO	3.00 - 3.99
PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA UM - 01					4	MUY MALO	4.00 - 4.99
TIPO	ML. AFECTADOS	ML. NO AFECT.	% ML. AFECT	% ML NO AFECT.	5	PÉSIMO	5.00 - 5.99
OXIDACIÓN	14.00	207.33	11	89	Observaciones: Las barandas Metálicas presentan Corrosión, Oxidación, Grietas en Soldadura y deterioro propio del uso y por efectos del intemperismo, grado de severidad 1 en el 89% y Grado 2 en el 11%		
CORROSIÓN	8.07						
GRIETAS SOLD.	3.00						
TOTAL	25.07						
SEVERIDAD			2	1			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Evaluación de la unidad de muestra numero 02 (veredas peatonales)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FORMATO DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PUENTES					
		EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018					
ELABORADO POR: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA				FECHA			
DATOS GENERALES DEL PUENTE				15/04/218			
NOMBRE:	CHANRRO	CASERÍO:	CHANRRO	PROGR:	57+100 KM		
TIPO :	LOSA-VIGA	DISTRITO:	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	COORDENADAS			
Nº TRAMOS:	5.00	PROVINCIA:	HUANCABAMBA	5431553	79738645		
LONGITUD (m):	91.00 m	REGIÓN:	PIURA				
AÑO CONST:	1984 -1985	ESTRUCT:	CONCRETO ARMADO	ELEVACIÓN	227 m.s.n.m		
TIPOS DE PATOLOGÍAS			FOTOGRAFÍA: VEREDAS DE CONCRETO				
1. DESPRENDIMIENTOS 2. FISURAS 3. GRIETAS 4. EFLORESCENCIA 5. IMPACTOS 6. CORROSIÓN 7. OXIDACIÓN 8. CARBONATACIÓN 9. FRACTURAS 10. HUMEDAD 11. SOCAVACIÓN 12. EROSIÓN POR ABRASIÓN 13. EROSIÓN POR CAVITACIÓN 14. LIXIVIACIÓN 15. COLONIZACIÓN 16. FILTRACIÓN (HUMEDAD) 17. DAÑOS EN JUNTAS 18. ASENTAMIENTO 19. PULIMIENTO 20. DISGREGACIÓN 21. COLONIZACIÓN							
CUADRO DE EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS EN LA UM - 02							
311. VEREDAS PEATONALES DE CONCRETO							
CUADRO DE SUSTENTO DE METRADOS					CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
ANCHO (m)	LARGO(m)	Nº VEREDAS	UNIDAD	METRADO			
0.7	91	1	M2	127.40	0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
0.7	91	1			1	BUENO	1.00 - 1.99
					2	REGULAR	2.00 - 2.99
					3	MALO	3.00 - 3.99
					4	MUY MALO	4.00 - 4.99
PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA UM - 02					5	PÉSIMO	5.00 - 5.99
TIPO	A. AFECTADA	A. NO AFECT.	% A . AFECT	%A NO AFECT.	Observaciones: Se observan grietas de 2m en su mayoría con desprendimiento de concreto. Grado de severidad 3 en el 44% de la superficie de veredas, asimismo, presenta deterioro propio del uso y por efecto de intemperismo, grado de severidad 2 en el 56 % de la superficie de vereda.		
FISURAS	17.80	71.60	44	56			
EFLORESCENCIA	12.30						
GRIETAS	11.70						
IMPACTOS	9.00						
DESPRENDIMIENTOS	5.00						
TOTAL	55.80						
SEVERIDAD			3	2			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Evaluación de la unidad de muestra numero 03 (carpeta asfáltica)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FORMATO DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PUENTES					
		EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018					
ELABORADO POR: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA					FECHA		
DATOS GENERALES DEL PUENTE					15/04/218		
NOMBRE:	CHANRRO	CASERÍO:	CHANRRO	PROGR:	57+100 KM		
TIPO:	LOSA-VIGA	DISTRITO:	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	COORDENADAS			
Nº TRAMOS:	5.00	PROVINCIA:	HUANCABAMBA	5431553	79738645		
LONGITUD (m)	91.00 m	REGIÓN:	PIURA	ELEVACIÓN			
AÑO CONST:	1984 -1985	ESTRUCT:	CONCRETO ARMADO				
				227 m.s.n.m			
TIPOS DE PATOLOGÍAS				FOTOGRAFÍA: CAPA ASFALTO			
1. DESPRENDIMIENTOS 2. FISURAS 3. GRIETAS 4. EFLORESCENCIA 5. IMPACTOS 6. CORROSIÓN 7. OXIDACIÓN 8. CARBONATACIÓN 9. FRACTURAS 10. HUMEDAD		11. SOCAVACIÓN 12. EROSIÓN POR ABRASIÓN 13. EROSIÓN POR CAVITACIÓN 14. LIXIVIACIÓN 15. COLONIZACIÓN 16. FILTRACIÓN (HUMEDAD) 17. DAÑOS EN JUNTAS 18. ASENTAMIENTO 19. PULIMIENTO 20. DISGREGACIÓN 21. COLONIZACIÓN					
CUADRO DE EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LA UM - 03							
301. CAPA ASFALTO							
CUADRO DE SUSTENTO DE METRADOS					CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
ANCHO (m)	LARGO(m)	Nº CARRILES	UNIDAD	METRADO			
3.95	91	1	M2	718.90	0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
3.95	91	1			1	BUENO	1.00 - 1.99
					2	REGULAR	2.00 - 2.99
					3	MALO	3.00 - 3.99
PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA UM - 03					4	MUY MALO	4.00 - 4.99
TIPO	A. AFECTADA	A. NO AFECT.	%A. AFECT	%A NO AFECT.	5	PÉSIMO	5.00 - 5.99
FISURAS	34.04	621.40	14	86	Observaciones: En buen estado. Presenta desgaste propio del uso y material suelto en los extremos de la calzada con grado 1. Grado 2: Presencia de Fisuras en la parte de los accesos y falta de material por Impacto.		
DAÑOS EN JUNTAS	7.34						
PULIMIENTO	38.75						
IMPACTOS	17.37						
TOTAL	97.5						
SEVERIDAD			2	1			

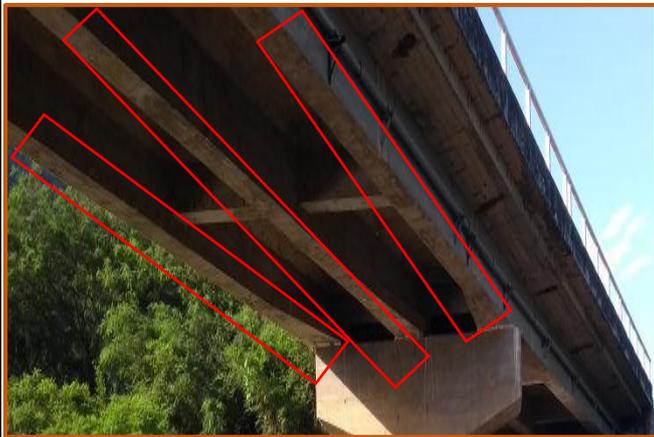
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Evaluación de la unidad de muestra numero 04 (Losa de concreto armado)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FORMATO DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PUENTES					
		EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME IB-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018					
ELABORADO POR: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA					FECHA		
DATOS GENERALES DEL PUENTE					15/04/218		
NOMBRE:	CHANRRO	CASERÍO:	CHAMRRO	PROGR:	57+100 KM		
TIPO:	LOSA-VIGA	DISTRITO:	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	COORDENADAS			
Nº TRAMOS:	5.00	PROVINCIA:	HUANCABAMBA	5431553	79738645		
LONGITUD (m):	91.00 m	REGIÓN:	PIURA				
AÑO CONST:	1984 -1985	ESTRUCT:	CONCRETO ARMADO	ELEVACIÓN	227 m.s.n.m		
TIPOS DE PATOLOGÍAS			FOTOGRAFÍA: LOSA DEL PUENTE				
1. DESPRENDIMIENTOS 2. FISURAS 3. GRIETAS 4. EFLORESCENCIA 5. IMPACTOS 6. CORROSIÓN 7. OXIDACIÓN 8. CARBONATACIÓN 9. FRACTURAS 10. HUMEDAD			11. SOCAVACIÓN 12. EROSIÓN POR ABRASIÓN 13. EROSIÓN POR CA VITACIÓN 14. LIXIVIACIÓN 15. COLONIZACIÓN 16. FILTRACIÓN (HUMEDAD) 17. DAÑOS EN JUNTAS 18. ASENTAMIENTO 19. PULIMIENTO 20. DISGREGACIÓN 21. COLONIZACIÓN				
CUADRO DE EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS EN LA UM - 04							
191. LOSA DE CONCRETO ARMADO (Refuerzo longitudinal)							
CUADRO DE SUSTENTO DE METRADOS					CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
ANCHO (m)	LARGO(m)	Nº CARRILES	UNIDAD	METRADO			
4.6	91	1	M2	837.20	0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
4.6	91	1			1	BUENO	1.00 - 1.99
					2	REGULAR	2.00 - 2.99
					3	MALO	3.00 - 3.99
PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA UM - 03					4	MUY MALO	4.00 - 4.99
TIPO	A. AFECTADA	A. NO AFECT.	%A. AFECT	%A NO AFECT.	5	PÉSIMO	5.00 - 5.99
FISURAS	20.03	717.31	14	86	Observaciones: Presenta Fisuras, daños en juntas y agrietamiento con presencia de eflorescencia de Grado 2. Con presencia de polvo y algunas manchas en el tablero de grado 1.		
GRIETAS	11.04						
FRACTURAS	15.67						
DESPRENDIMIENTOS	2.5						
DAÑOS EN JUNTAS	5.06						
MANCHAS	30.56						
EFLORESCENCIA	35.03						
TOTAL	119.89						
SEVERIDAD			2	1			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Evaluación de la unidad de muestra numero 05 (Vigas Principales de Concreto)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FORMATO DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PUENTES					
		EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018					
ELABORADO POR: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA					FECHA		
DATOS GENERALES DEL PUENTE					15/04/218		
NOMBRE:	CHANRRO	CASERÍO:	CHANRRO	PROGR:	57+100 KM		
TIPO :	LOSA-VIGA	DISTRITO:	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	COORDENADAS			
Nº TRAMOS:	5.00	PROVINCIA:	HUANCABAMBA	5431553	79738645		
LONGITUD (m):	91.00 m	REGIÓN:	PIURA				
AÑO CONST:	1984 -1985	ESTRUCT:	CONCRETO ARMADO	ELEVACIÓN	227 m.s.n.m		
TIPOS DE PATOLOGÍAS			FOTOGRAFÍ: VIGAS PRINCIPALES DEL PUENTE				
11. DESPRENDIMIENTOS 2. FISURAS 3. GRIETAS 4. EFLORESCENCIA 5. IMPACTOS 6. CORROSIÓN 7. OXIDACIÓN 8. CARBONATACIÓN 9. FRACTURAS 10. HUMEDAD		11. SOCAVACIÓN 12. EROSIÓN POR ABRASIÓN 13. EROSIÓN POR CA VITACIÓN 14. LIXIVIACIÓN 15. COLONIZACIÓN 16. FILTRACIÓN (HUMEDAD) 17. DAÑOS EN JUNTAS 18. ASENTAMIENTO 19. PULIMIENTO 20. DISGREGACIÓN 21. COLONIZACIÓN					
CUADRO DE EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS EN LA UM - 05							
110. VIGA PRINCIPALES CONCRETOARMADO							
CUADRO DE SUSTENTO DE METRADOS					CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
ANCHO (m)	LARGO(m)	Nº VIGAS	UNIDAD	METRADO			
1.9	91	1	M2	518.70	0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
1.9	91	1			1	BUENO	1.00 - 1.99
1.9	91	1			2	REGULAR	2.00 - 2.99
					3	MALO	3.00 - 3.99
PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA UM - 03					4	MUY MALO	4.00 - 4.99
TIPO	A. AFECT.	A. NO AFECT.	%A. AFECT	%A NO AFECT.	5	PÉSIMO	5.00 - 5.99
FISURAS	28.78	422.85	18	82			
GRIETAS	13.08						
FRACTURAS	5.09						
DESPRENDIMIENTOS	3.01						
MANCHAS	45.89						
TOTAL	95.85						
SEVERIDAD			2	1			
Observaciones: Presenta Fisuras, daños en juntas y agrietamiento con Grado 2. Y con presencia de polvo y algunas manchas en todo el área de grado 1.							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12. Evaluación de la unidad de muestra numero 06 (Vigas Secundarias de Concreto)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FORMATO DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PUENTES					
		EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018					
ELABORADO POR: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA					FECHA		
DATOS GENERALES DEL PUENTE					15/04/218		
NOMBRE:	CHANRRO	CASERÍO:	CHANRRO	PROGR:	57+100 KM		
TIPO :	LOSA-VIGA	DISTRITO:	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	COORDENADAS			
Nº TRAMOS:	5.00	PROVINCIA:	HUANCABAMBA	5431553	79738645		
LONGITUD (m):	91.00 m	REGIÓN:	PIURA				
AÑO CONST:	1984 -1985	ESTRUCT:	CONCRETO ARMADO	ELEVACIÓN	227 m.s.n.m		
TIPOS DE PATOLOGÍAS			FOTOGRAFÍA: VIGAS SECUNDARIAS DEL PUENTE				
11. DESPRENDIMIENTOS 2. FISURAS 3. GRIETAS 4. EFLORESCENCIA 5. IMPACTOS 6. CORROSIÓN 7. OXIDACIÓN 8. CARBONATACIÓN 9. FRACTURAS 10. HUMEDAD		11. SOCAVACIÓN 12. EROSIÓN POR ABRASIÓN 13. EROSIÓN POR CA VITACIÓN 14. LIXIVIACIÓN 15. COLONIZACIÓN 16. FILTRACIÓN (HUMEDAD) 17. DAÑOS EN JUNTAS 18. ASENTAMIENTO 19. PULIMIENTO 20. DISGREGACIÓN 21. COLONIZACIÓN					
CUADRO DE EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS EN LA UM - 06							
111.VIGAS SECUNDARIAS DE CONCRETO ARMADO							
CUADRO DE SUSTENTO DE METRADOS					CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
ANCHO (m)	LARGO(m)	Nº VIGAS	UNIDAD	METRADO			
1.3	6.95	20	M2	180.70	0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
				1	BUENO	1.00 - 1.99	
					2	REGULAR	2.00 - 2.99
					3	MALO	3.00 - 3.99
PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA UM - 03					4	MUY MALO	4.00 - 4.99
TIPO	A. AFECT.	A. NO AFECT.	%A. AFECT	%A NO AFECT.	5	PÉSIMO	5.00 - 5.99
FISURAS	10.00	144.70	19.92	80.08	Observaciones: Presenta Fisuras, daños en juntas y agrietamiento con Grado 2. Y con presencia de polvo y algunas manchas en todo el área de grado 1.		
GRIETAS	6.00						
FRACTURAS	3.00						
DESPRENDIMI ENTOS	2.00						
MANCHAS	15.00						
TOTAL	36.00						
SEVERIDAD		2	1				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Evaluación de la unidad de muestra numero 07 (Juntas)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FORMATO DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PUENTES					
		EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018					
ELABORADO POR: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA				FECHA			
DATOS GENERALES DEL PUENTE				15/04/218			
NOMBRE:	CHANRRO	CASERÍO:	CHANRRO	PROGR:	57+100 KM		
TIPO:	LOSA-VIGA	DISTRITO:	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	COORDENADAS			
Nº TRAMOS:	5.00	PROVINCIA:	HUANCABAMBA	5431553	79738645		
LONGITUD (m):	91.00 m	REGIÓN:	PIURA				
AÑO CONST:	1984 -1985	ESTRUCT:	CONCRETO ARMADO	ELEVACIÓN	227 m.s.n.m		
TIPOS DE PATOLOGÍAS			FOTOGRAFÍA: JUNTAS				
11. DESPRENDIMIENTOS 2. FISURAS 3. GRIETAS 4. EFLORESCENCIA 5. IMPACTOS 6. CORROSIÓN 7. OXIDACIÓN 8. CARBONATACIÓN 9. FRACTURAS 10. HUMEDAD		11. SOCAVACIÓN 12. EROSIÓN POR ABRASIÓN 13. EROSIÓN POR CA VITACIÓN 14. LIXIVIACIÓN 15. COLONIZACIÓN 16. FILTRACIÓN (HUMEDAD) 17. DAÑOS EN JUNTAS 18. ASENTAMIENTO 19. PULIMIENTO 20. DISGREGACIÓN 21. COLONIZACIÓN					
CUADRO DE EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS EN LA UM - 07							
344.Junta de Expansión, Tipo Compresible / Expandible Sólido							
CUADRO DE SUSTENTO DE METRADOS					CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
ANCHO (m)	LARGO(m)	Nº JUNTAS	UNIDAD	METRADO			
0.5	9.25	6	M2	27.75	0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
						1	BUENO
					2	REGULAR	2.00 - 2.99
					3	MALO	3.00 - 3.99
					4	MUY MALO	4.00 - 4.99
PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA UM - 03					5	PÉSIMO	5.00 - 5.99
TIPO	A. AFECTADA	A. NO AFECT.	%A. AFECT	%A NO AFECT.			
FISURAS	1.00	24.29	12	88	Observaciones: Presenta Fisuras, daños en juntas y agrietamiento con Grado 2. Presencia de polvo y algunas Fracturas producidas por impactos en todo el área de grado 1.		
GRIETAS	0.76						
FRACTURAS	0.50						
DESPRENDIMIENTOS	0.80						
IMPACTOS	0.40						
TOTAL	3.46						
SEVERIDAD			2	1			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Evaluación de la unidad de muestra numero 08 (Apoyos de Concreto)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FORMATO DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PUENTES					
		EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018					
ELABORADO POR: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA				FECHA			
DATOS GENERALES DEL PUENTE				15/04/218			
NOMBRE:	CHANRRO	CASERÍO:	CHAMRRO	PROGR:	57+100 KM		
TIPO:	LOSA-VIGA	DISTRITO:	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	COORDENADAS			
Nº TRAMOS:	5.00	PROVINCIA:	HUANCABAMBA	5431553	79738645		
LONGITUD (m):	91.00 m	REGIÓN:	PIURA				
AÑO CONST:	1984 -1985	ESTRUCT:	CONCRETO ARMADO	ELEVACIÓN	227 m.s.n.m		
TIPOS DE PATOLOGÍAS			FOTOGRAFÍA: APOYOS DE CONCRETO				
11. DESPRENDIMIENTOS 2. FISURAS 3. GRIETAS 4. EFLORESCENCIA 5. IMPACTOS 6. CORROSIÓN 7. OXIDACIÓN 8. CARBONATACIÓN 9. FRACTURAS 10. HUMEDAD	11. SOCAVACIÓN 12. EROSIÓN POR ABRASIÓN 13. EROSIÓN POR CA VITACIÓN 14. LIXIVIACIÓN 15. COLONIZACIÓN 16. FILTRACIÓN (HUMEDAD) 17. DAÑOS EN JUNTAS 18. ASENTAMIENTO 19. PULIMIENTO 20. DISGREGACIÓN 21. COLONIZACIÓN						
CUADRO DE EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS EN LA UM - 08							
327. APOYO DE CONCRETO							
CUADRO DE SUSTENTO DE METRADOS					CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
ANCHO (m)	LARGO(m)	Nº APOYOS	UNIDAD	METRADO			
0.8	9.25	6	M2	44.40	0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
					1	BUENO	1.00 - 1.99
					2	REGULAR	2.00 - 2.99
					3	MALO	3.00 - 3.99
					4	MUY MALO	4.00 - 4.99
PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA UM - 03					5	PÉSIMO	5.00 - 5.99
TIPO	A. AFECTADA	A. NO AFECT.	%A. AFECT	%A NO AFECT.	Observaciones: Presenta Fisuras, y agrietamiento con Grado 2. Con presencia de polvo y desprendimientos de grado 1.		
FISURAS	2.00	37.34	16	84			
GRIETAS	0.76						
FRACTURAS	0.50						
EFLORESCENCIA	3.00						
DESPRENDIMIENTOS	0.80						
TOTAL	7.06						
SEVERIDAD			2	1			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Evaluación de la unidad de muestra numero 09 (Cuerpo de Estribos)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FORMATO DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PUENTES					
		EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018					
ELABORADO POR: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA					FECHA		
DATOS GENERALES DEL PUENTE					15/04/218		
NOMBRE:	CHANRRO	CASERÍO:	CHANRRO	PROGR:	57+100 KM		
TIPO:	LOSA-VIGA	DISTRITO:	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	COORDENADAS			
Nº TRAMOS:	5.00	PROVINCIA:	HUANCABAMBA	5431553	79738645		
LONGITUD (m):	91.00 m	REGIÓN:	PIURA				
AÑO CONST:	1984 -1985	ESTRUCT:	CONCRETO ARMADO	ELEVACIÓN	227 m.s.n.m		
TIPOS DE PATOLOGÍAS			FOTOGRAFÍA: ALA DE ESTRIBO				
1. DESPRENDIMIENTOS	11. SOCAVACIÓN						
2. FISURAS	12. EROSIÓN POR ABRASIÓN						
3. GRIETAS	13. EROSIÓN POR CA VITACIÓN						
4. EFLORESCENCIA	14. LIXIVIACIÓN						
5. IMPACTOS	15. COLONIZACIÓN						
6. CORROSIÓN	16. FILTRACIÓN (HUMEDAD)						
7. OXIDACIÓN	17. DAÑOS EN JUNTAS						
8. CARBONATACIÓN	18. ASENTAMIENTO						
9. FRACTURAS	19. PULIMIENTO						
10. HUMEDAD	20. DISGREGACIÓN						
	21. COLONIZACIÓN						
CUADRO DE EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS EN LA UM - 09							
202. Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado							
CUADRO DE SUSTENTO DE METRADOS					CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
ANCHO (m)	LARGO(m)	Nº ESTRIBOS	UNIDAD	METRADO			
---	-----	2	M2	206.40	0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
					1	BUENO	1.00 - 1.99
					2	REGULAR	2.00 - 2.99
					3	MALO	3.00 - 3.99
					4	MUY MALO	4.00 - 4.99
PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA UM - 03					5	PÉSIMO	5.00 - 5.99
TIPO	A. AFECTADA	A. NO AFECT.	%A. AFECT	%A NO AFECT.	Observaciones: Presenta Fisuras, daños por erosión y socavación de Grado 2. Con presencia de vegetación y humedad a su alrededor de grado 1.		
FISURAS	4.00	181.10	12	88			
EROSIÓN POR CAVITACIÓN	3.00						
SOCAVACIÓN	5.00						
HUMEDAD	4.30						
COLONIZACIÓN	9.00						
TOTAL	25.30						
SEVERIDAD			2	1			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Evaluación de la unidad de muestra numero 10 (Cuerpo de Pilares)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		FORMATO DE EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PUENTES					
		EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANRRO CON UNA LUZ DE 91 METROS, EN LA PROGRESIVA 57 +100 KM. DE LA CARRETERA EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE EN EL CASERIO CHANRRO DISTRITO SAN MIGUEL DEL FAIQUE PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018					
ELABORADO POR: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA					FECHA		
DATOS GENERALES DEL PUENTE					15/04/218		
NOMBRE:	CHANRRO	CASERÍO:	CHANRRO	PROGR:	57+100 KM		
TIPO :	LOSA-VIGA	DISTRITO:	SAN MIGUEL DEL FAIQUE	COORDENADAS			
Nº TRAMOS:	5.00	PROVINCIA:	HUANCABAMBA	5431553	79738645		
LONGITUD (m):	91.00 m	REGIÓN:	PIURA				
AÑO CONST:	1984 -1985	ESTRUCT:	CONCRETO ARMADO	ELEVACIÓN	227 m.s.n.m		
TIPOS DE PATOLOGÍAS			FOTOGRAFÍA: PILARES DEL PUENTE				
1. DESPRENDIMIENTOS 2. FISURAS 3. GRIETAS 4. EFLORESCENCIA 5. IMPACTOS 6. CORROSIÓN 7. OXIDACIÓN 8. CARBONATACIÓN 9. FRACTURAS 10. HUMEDAD		11. SOCAVACIÓN 12. EROSIÓN POR ABRASIÓN 13. EROSIÓN POR CA VITACIÓN 14. LIXIVIACIÓN 15. COLONIZACIÓN 16. FILTRACIÓN (HUMEDAD) 17. DAÑOS EN JUNTAS 18. ASENTAMIENTO 19. PULIMIENTO 20. DISGREGACIÓN 21. COLONIZACIÓN					
CUADRO DE EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS EN LA UM - 10							
241. Elevación de Pilares Concreto Armado							
CUADRO DE SUSTENTO DE METRADOS					CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
ANCHO (m)	LARGO(m)	Nº PILARES	UNIDAD	METRADO			
AREA m2	38.21	4	M2	152.84	0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
					1	BUENO	1.00 - 1.99
					2	REGULAR	2.00 - 2.99
					3	MALO	3.00 - 3.99
					4	MUY MALO	4.00 - 4.99
PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA UM - 03					5	PÉSIMO	5.00 - 5.99
TIPO	A. AFECTADA	A. NO AFECT.	%A. AFECT	%A NO AFECT.			
FISURAS	7.00	129.54	15	85			
EROSIÓN POR CAVITACIÓN	6.00						
SOCAVACIÓN	7.00						
HUMEDAD	1.50						
IMPACTOS	1.80						
TOTAL	23.30						
SEVERIDAD			2	1	Observaciones: Presenta Fisuras, daños por erosión y socavación de Grado2. Con presencia de vegetación, materiales sueltos y humedad de grado 1.		

Fuente: Elaboración Propia

CONDICION ESTADISTICA DE LOS ELEMENTOS Y DEL PUENTE

Para el cálculo y/o análisis de la condición estadística de los elementos y del puente se ha desarrollado con la metodología del SCAP, en la cual se describe los principales criterios empleados para su desarrollo. Como se mencionó, se introduce el concepto de condición estadística que simplifica en un número, la información de la condición del elemento proveniente, del trabajo de campo.

La condición del elemento evaluada en campo, se expresa, según se ilustra en la siguiente tabla, como porcentajes para cada nivel de condición, desde 0 (muy bueno), hasta 5 (Pésimo). Así, el elemento 353, tiene el 11% en calidad regular, el 89% como bueno.

Tabla 17. Condición de los elementos del puente según la evaluación de campo.

CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS										
ELEMENTOS		METRADO SUSTENTADO	UND	CALIFICACIÓN %						Total %
NRO.	DESCRIPCIÓN			5	4	3	2	1	0	
353	Barandas De Acero	232.40	ml				11	89		100
311	Veredas Peatonales De Concreto	127.40	m2			44	56			100
301	Capa Asfalto	718.90	m2				14	86		100
191	losa de concreto armado (refuerzo longitudinal)	294.61	m3				14	86		100
110	Viga Principales Concreto armado	65.52	m3				18	82		100
111	Vigas Secundarias De Concreto Armado	20.85	m3				20	80		100
344	Junta de Expansión, Tipo Compresible / Expandible Sólido	55.50	ml				12	88		100
327	Apoyo De Concreto	6.00	und.				16	84		100
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	160.00	m3				12	88		100
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	112.08	m3				15	85		100

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el nivel de condición de cada elemento y del puente se realiza el procedimiento de 04 pasos importantes adoptados por el SCAP, tal como se detallan a continuación:

Primer Paso: Corresponde a ajustar la distribución de porcentajes, a condiciones umbral.

El proceso de ajuste corresponde a dividir el porcentaje de distribución de campo por aquel del umbral, y multiplicar el resultado por 100. Se adopta un umbral del 3% para el nivel de condición 5, y 25% para los otros estados, tal como se indica en la siguiente tabla N°: 00

La fórmula para realizar el ajuste según porcentaje de umbral es ($\% \text{campo} \times 100 / \% \text{umbral}$).

Tabla 18. Porcentajes ajustados de la condición para cada elemento

N° Elemento	Nivel de la condición					
	5	4	3	2	1	0
	Pésimo	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
353	0	0	0	43	356	0
311	0	0	175	224	0	0
301	0	0	0	56	344	0
191	0	0	0	56	344	0
110	0	0	0	72	328	0
111	0	0	0	80	320	0
344	0	0	0	48	352	0
327	0	0	0	64	336	0
202	0	0	0	0	352	0
241	0	0	0	60	340	0

Fuente: Elaboración Propia

Segundo Paso: Se acumulan los porcentajes ajustados, desde la condición más pobre a aquella muy buena. La suma se detiene al sobrepasar 100%. Se considera de mucha importancia que el proceso debe efectuarse desde la condición más desfavorable, es decir desde la 5 a la 0. Se suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100%.

Tabla 19. Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento

Nº Elemento	Nivel de la condición					
	5	4	3	2	1	0
	Pésimo	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
353	0	0	0	43	399	0
311	0	0	175	0	0	0
301	0	0	0	56	400	0
191	0	0	0	56	400	0
110	0	0	0	72	400	0
111	0	0	0	80	400	0
344	0	0	0	48	400	0
327	0	0	0	64	400	0
202	0	0	0	48	352	0
241	0	0	0	60	400	0

Fuente: Elaboración Propia

Tercer Paso: Se reajusta los porcentajes nuevamente que la suma sea igual a 100, que corresponde al total del elemento. Se obtiene así, la condición de umbral.

Tabla 20. Porcentajes, según reajuste final, de la condición para cada elemento.

Nº Elemento	Nivel de la condición						Total %
	5	4	3	2	1	0	
	Pésimo	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	
353	0	0	0	43	57	0	100
311	0	0	100	0	0	0	100
301	0	0	0	56	44	0	100
191	0	0	0	56	44	0	100
110	0	0	0	72	28	0	100
111	0	0	0	80	20	0	100
344	0	0	0	48	52	0	100
327	0	0	0	64	36	0	100
202	0	0	0	48	52	0	100
241	0	0	0	60	40	0	100

Fuente: Elaboración Propia

Cuarto Paso: Para el último paso, se requiere reducir esta condición de umbral a un solo número que constituirá precisamente la condición estadística del elemento. Se adopta un criterio para la obtención de un promedio pesado por elemento. A fin de darle mayor participación o peso a los valores más desfavorables, se está usando el denominado quinto momento en estadística. Se obtiene de la siguiente manera:

- ✚ Los productos del nivel de condición de umbral (elevado a la quinta) por el porcentaje ajustado (entre 100).
- ✚ Luego se realiza la sumatoria de estos productos.
- ✚ Aplicando la raíz quinta de esta suma da como resultado la condición estadística por elemento:

Tabla 21. Condición estadística de cada elemento, utilizando el quinto momento

Nº Elemento	Nivel de la condición						Condición estadística
	5	4	3	2	1	0	
	Pésimo	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	
353	0	0	0	14	1	0	1.70
311	0	0	243	0	0	0	3.00
301	0	0	0	18	0	0	1.79
191	0	0	0	18	0	0	1.79
110	0	0	0	23	0	0	1.88
111	0	0	0	26	0	0	1.92
344	0	0	0	15	1	0	1.74
327	0	0	0	20	0	0	1.84
202	0	0	0	15	1	0	1.74
241	0	0	0	19	0	0	1.81

Fuente: Elaboración Propia

Condición estadística del puente: A partir del cálculo de la condición estadística de los elementos, será posible calcular la condición estadística para el puente. El método que se está utilizando es el siguiente:

- ✚ Se determina el número de elementos del puente (N)
- ✚ Se determina el factor de importancia que el elemento tiene en relación con el puente.
- ✚ Se multiplica la condición estadística de cada elemento, por su correspondiente factor de importancia. Este producto es denominado contribución del elemento al puente.
- ✚ Se identifica el mayor valor entre la contribución de los elementos. Se tiene la mayor contribución.
- ✚ La contribución remanente se obtiene como la suma de la contribución de los otros elementos.

✚ La fracción de la contribución remanente, se obtiene como la contribución remanente, dividida entre el producto de la mayor contribución por el número de elementos menos 1.

✚ La condición estadística del puente, se obtiene como la suma de la mayor contribución y la fracción de la contribución remanente.

Tabla 22. Condición Estadística del Puente

Elemento	Condición estadística del elemento	Factor de importancia del elemento	Contribución del elemento al puente	Condición estadística del puente
353	1.70	0.60	1.02	2.69
311	3.00	0.60	1.80	
301	1.79	0.60	1.07	
191	1.79	1.00	1.79	
110	1.88	1.00	1.88	
111	1.92	1.00	1.92	
344	1.74	0.60	1.04	
327	1.84	0.60	1.10	
202	1.74	1.00	1.74	
241	1.81	1.00	1.81	

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Fórmula} = \{A+C/[(N-1)*A]\}; C= B-A$$

N	Número de elementos	10.00
A	Mayor	1.92
B	Sumatoria	15.18
C	Suma-mayor	13.26

CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
1	BUENO	1.00 - 1.99
2	REGULAR	2.00 - 2.99
3	MALO	3.00 - 3.99
4	MUY MALO	4.00 - 4.99
5	PÉSIMO	5.00 - 5.99

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Análisis de Resultados.

Después de haber obtenido los Resultados de acuerdo a la guía del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y siguiendo la metodología del SCAP: hemos encontrado el grado de severidad de cada una de las patologías y la condición estadística de cada elemento del Puente. A continuación se presenta mediante porcentajes la cantidad de patologías encontradas en cada elemento o en cada unidad de muestra y la cantidad de área afectada:

Tabla 23. Cantidad de Patologías Encontradas en la UM – 01 (Barandas Metálicas)

PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS EN UM 01		
TIPO	ML	%
OXIDACIÓN	35	15
CORROSIÓN	23.6	10
GRIETAS SOLD.	4	2
TOTAL	62.6	27
PORCENTAJES DE METROS LINEALES		
DESCRIPCIÓN	%	
ML. AFECTADOS	11	
ML. NO AFECTADA	89	

Gráfico 1. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 01 (Barandas Metálicas)



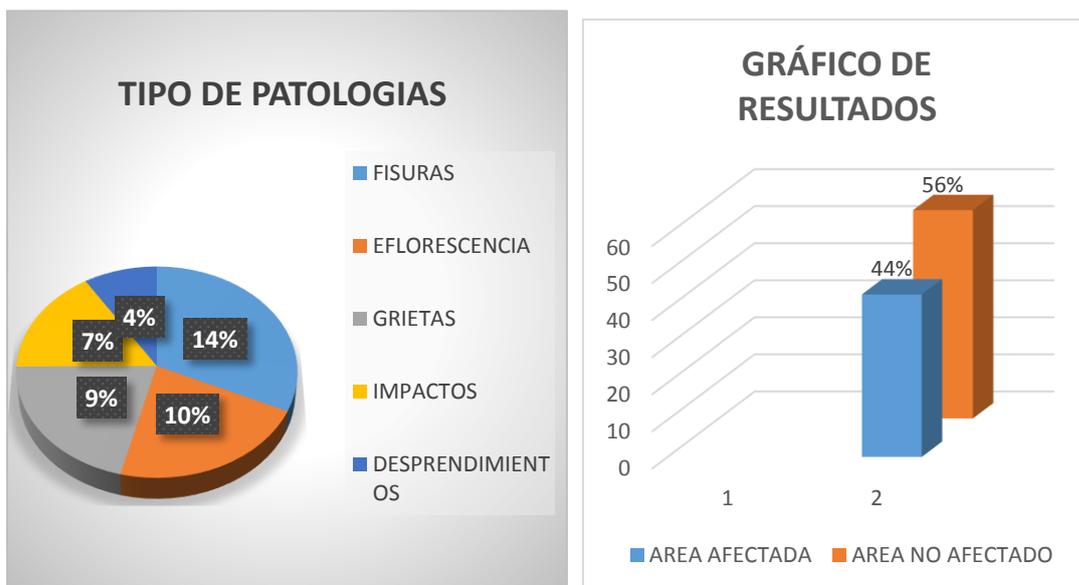
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 02 (Veredas Peatonales)

PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS EN UM - 02		
TIPO	AREA AFECT. (m2)	% AREA AFECT.
FISURAS	17.80	14
EFLORESCENCIA	12.3	10
GRIETAS	11.7	9
IMPACTOS	9	7
DESPRENDIMIENTOS	5	4
TOTAL	55.8	44
PORCENTAJES DE AREAS		
DESCRIPCIÓN	%	
AREA AFECTADA	44	
AREA NO AFECTADO	56	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 2. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 02 (Veredas)



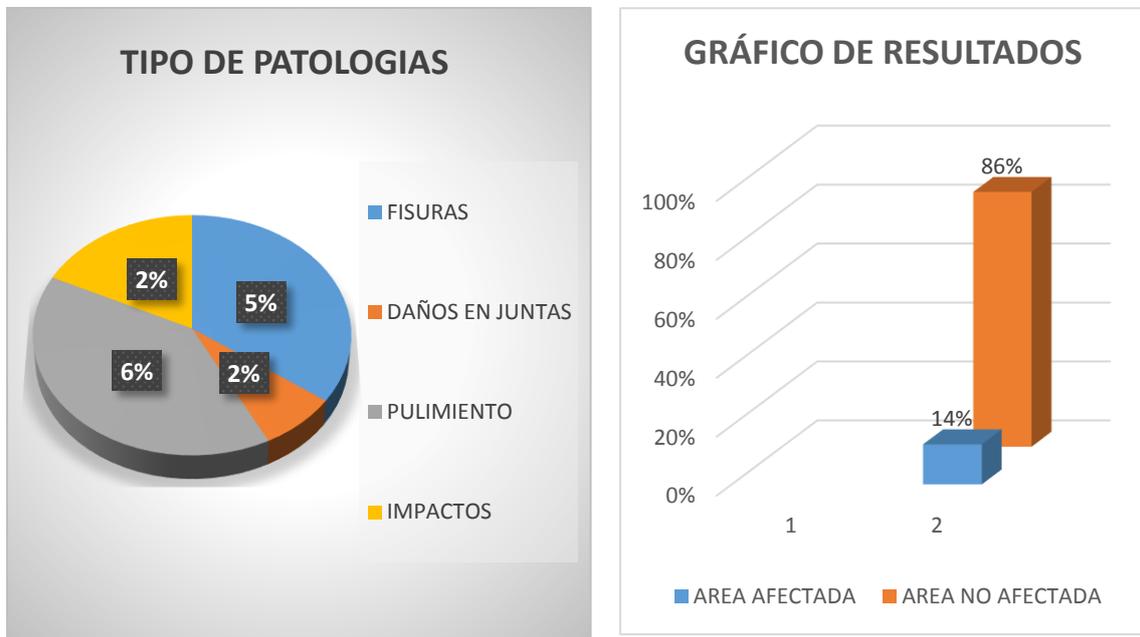
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 03 (CAPA ASFALTO)

PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS EN UM - 03		
TIPO	AREA AFECT. (m2)	%AREA AFECT.
FISURAS	34.04	5
DAÑOS EN JUNTAS	7.34	1
PULIMIENTO	38.75	6
IMPACTOS	17.37	2
TOTAL	97.5	14
PORCENTAJES DE AREAS		
DESCRIPCIÓN	%	
AREA AFECTADA	14%	
AREA NO AFECTADA	86%	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 03 (CAPA ASFALTO)



Fuente: Elaboración Propia

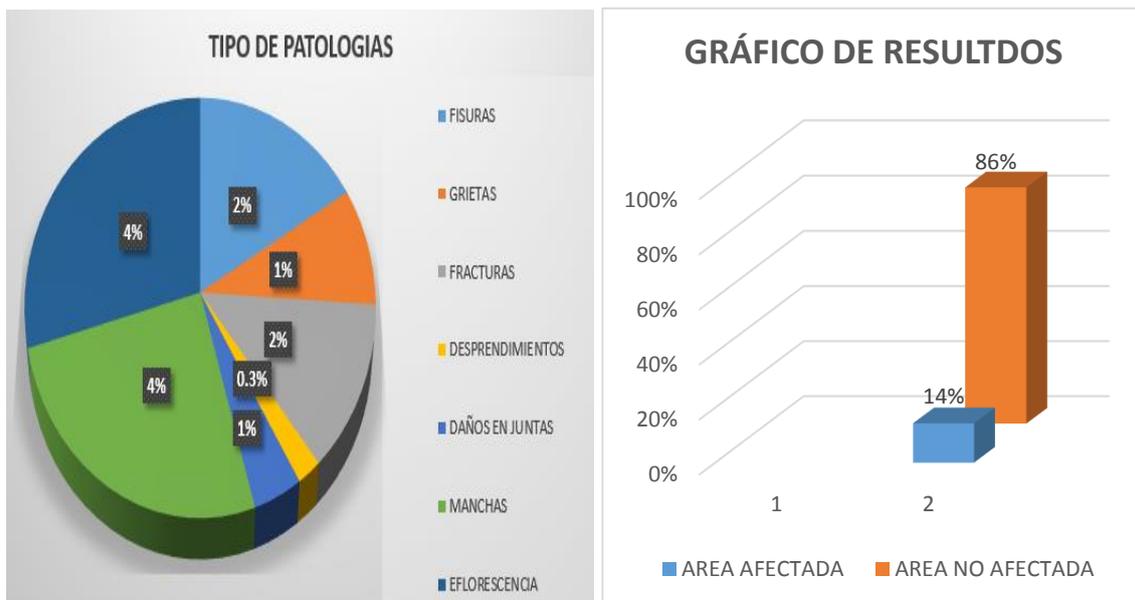
Tabla 26. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 04 (LOSA)

PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS EN UM - 04		
TIPO	AREA AFECT. (m2)	%AREA AFECT.
FISURAS	20.03	2
GRIETAS	11.04	1
FRACTURAS	15.67	2
EFLORESCENCIA	35.03	4
DAÑOS EN JUNTAS	5.06	1
MANCHAS	30.56	4
DESPRENDIMIENTOS	2.50	0.3
TOTAL	119.19	14

PORCENTAJES DE AREAS	
DESCRIPCIÓN	%
AREA AFECTADA	14%
AREA NO AFECTADA	86%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 4. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 04 (LOSA)



Fuente: Elaboración Propia

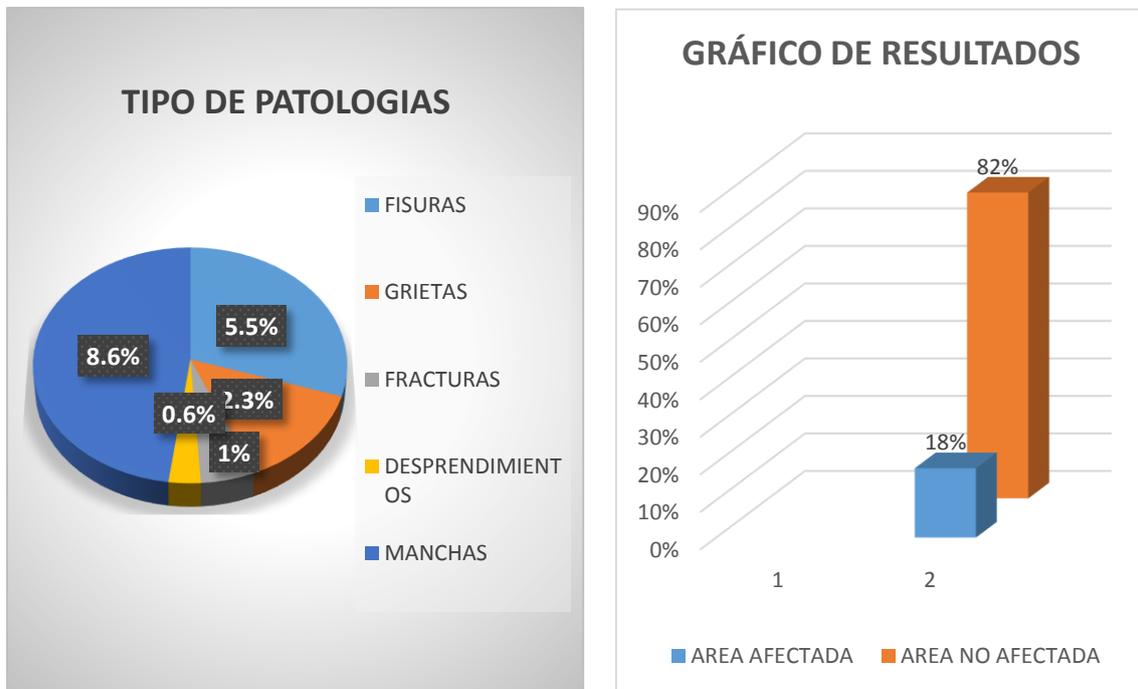
Tabla 27. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 05 (Vigas Principales)

PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS EN UM - 05		
TIPO	AREA AFECT. (m2)	%AREA AFECT.
FISURAS	28.78	5.5
GRIETAS	13.08	2.3
FRACTURAS	5.09	1.0
DESPRENDIMIENTOS	3.01	0.6
MANCHAS	45.89	8.6
TOTAL	95.85	18

PORCENTAJES DE AREAS	
DESCRIPCIÓN	%
AREA AFECTADA	18%
AREA NO AFECTADA	82%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 5. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 05 (Vigas principales)



Fuente: Elaboración Propia

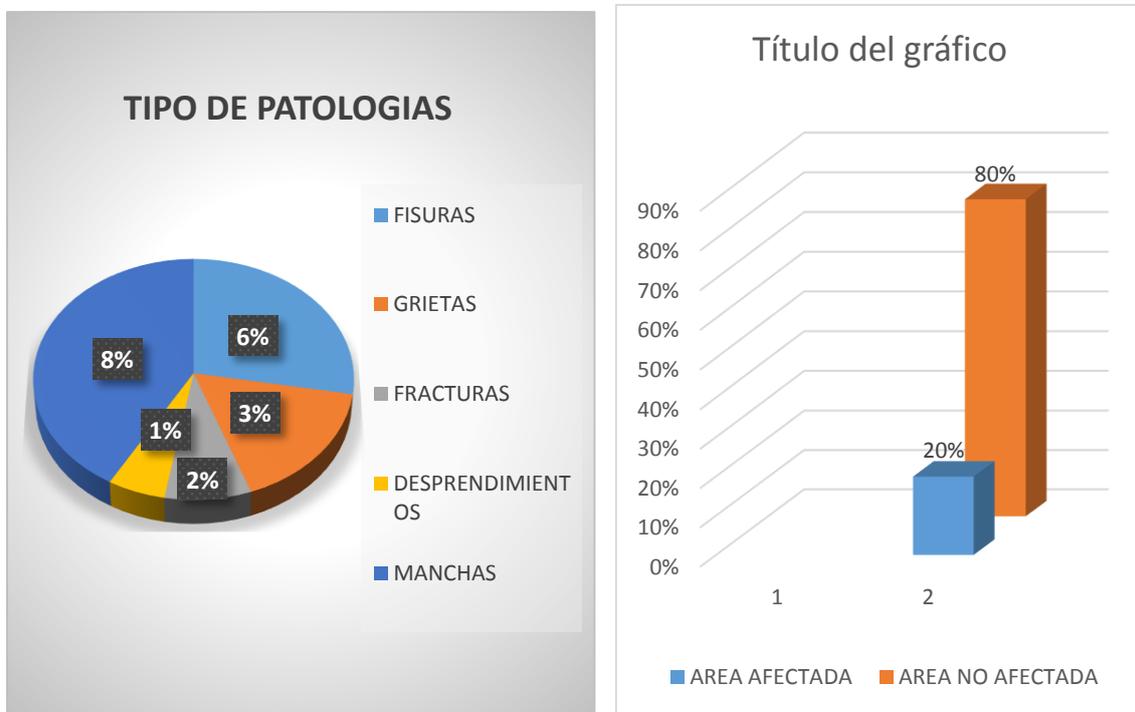
Tabla 28. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 06 (Vigas Secundarias)

PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS EN UM - 06		
TIPO	AREA AFECT. (m2)	%AREA AFECT.
FISURAS	10.00	6
GRIETAS	6	3
FRACTURAS	3	2
DESPRENDIMIENTOS	2	1
MANCHAS	15	8
TOTAL	36	20

PORCENTAJES DE AREAS	
DESCRIPCIÓN	%
AREA AFECTADA	20%
AREA NO AFECTADA	80%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 6. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 06 (Vigas Secundarias)



Fuente: Elaboración Propia

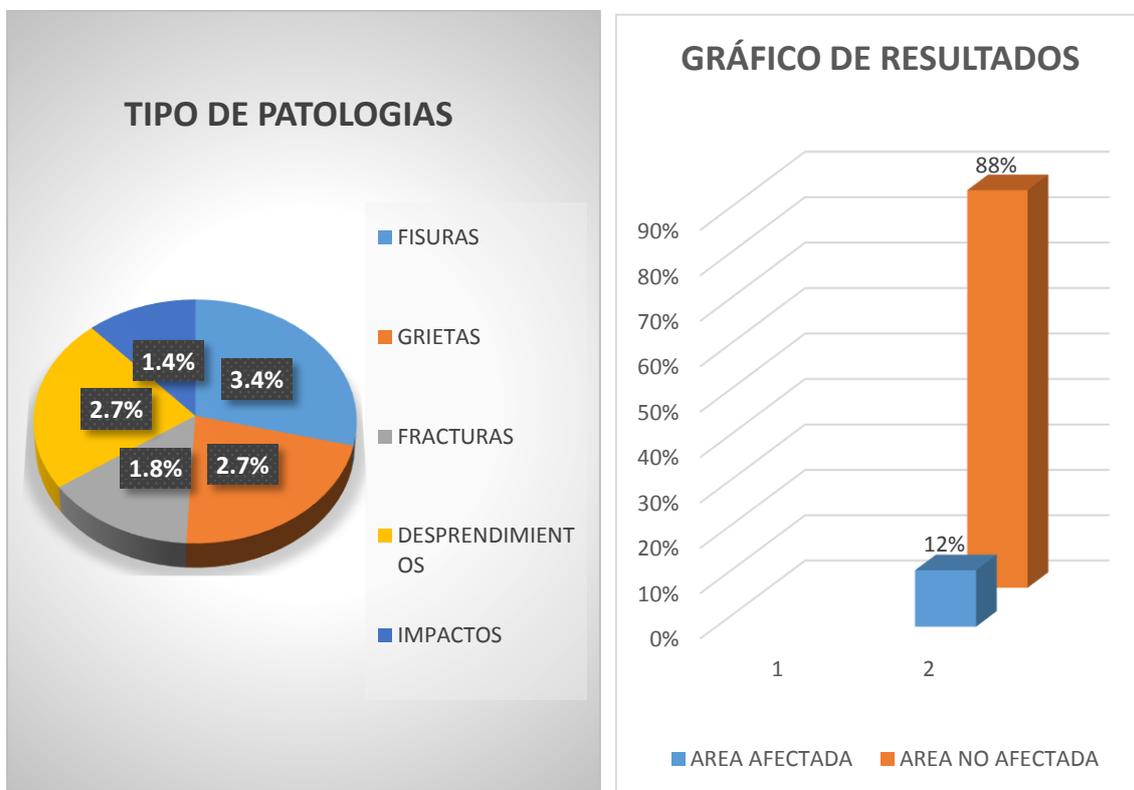
Tabla 29. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 07 (Juntas)

PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS EN UM - 07		
TIPO	AREA AFECT. (m2)	%AREA AFECT.
FISURAS	1.00	3.4
GRIETAS	0.76	2.7
FRACTURAS	0.50	1.8
DESPRENDIMIENTOS	0.80	2.7
IMPACTOS	0.40	1.4
TOTAL	3.46	12

PORCENTAJES DE AREAS	
DESCRIPCIÓN	%
AREA AFECTADA	12%
AREA NO AFECTADA	88%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 7. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 07 (Juntas)



Fuente: Elaboración Propia

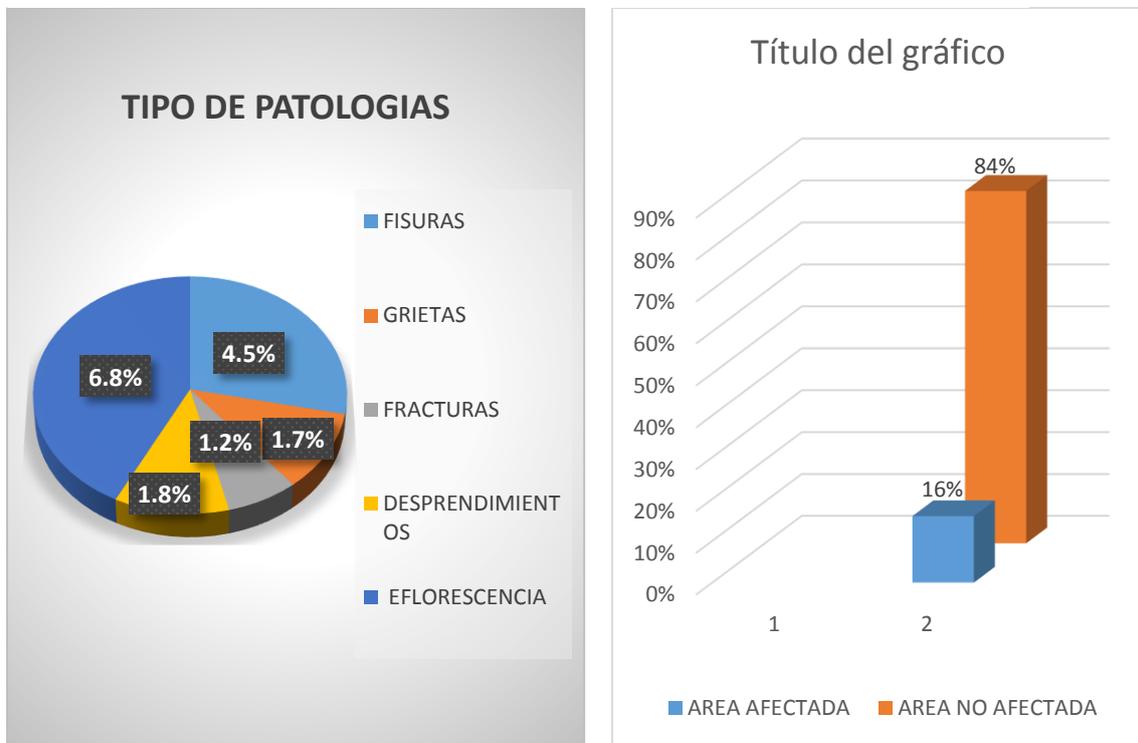
Tabla 30. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 08 (Apoyos)

PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS EN UM - 08		
TIPO	AREA AFECT. (m2)	%AREA AFECT.
FISURAS	2.00	4.5
GRIETAS	0.76	1.7
FRACTURAS	0.50	1.2
DESPRENDIMIENTOS	0.80	1.8
EFLORESCENCIA	3.00	6.8
TOTAL	7.06	16

PORCENTAJES DE AREAS	
DESCRIPCIÓN	%
AREA AFECTADA	16%
AREA NO AFECTADA	84%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 8. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 08 (Apoyos)



Fuente: Elaboración Propia

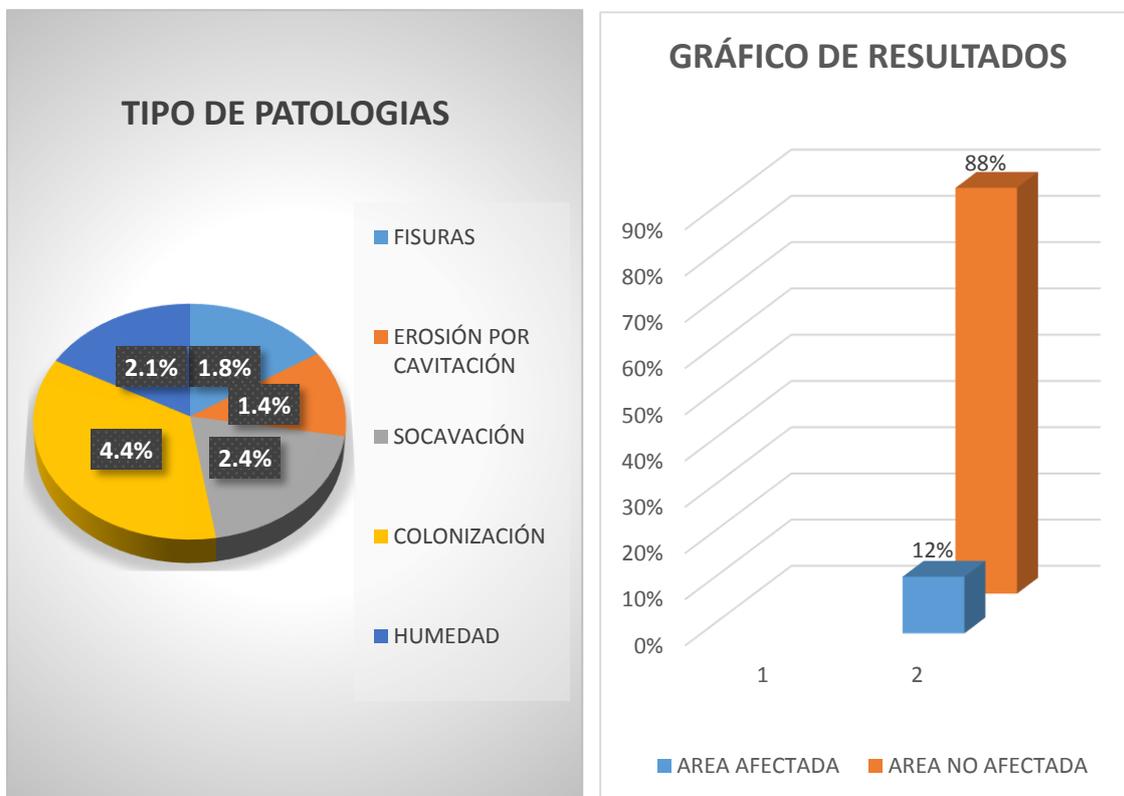
Tabla 31. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 09 (Estribos)

PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS EN UM - 09		
TIPO	AREA AFECT. (m2)	%AREA AFECT.
FISURAS	4.00	1.8
EROSIÓN POR CAVITACIÓN	3.00	1.4
SOCAVACIÓN	5.00	2.4
COLONIZACIÓN	9.00	4.4
HUMEDAD	4.30	2.1
TOTAL	25.3	12

PORCENTAJES DE AREAS	
DESCRIPCIÓN	%
AREA AFECTADA	12%
AREA NO AFECTADA	88%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 9. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 09 (Estribos)



Fuente: Elaboración Propia

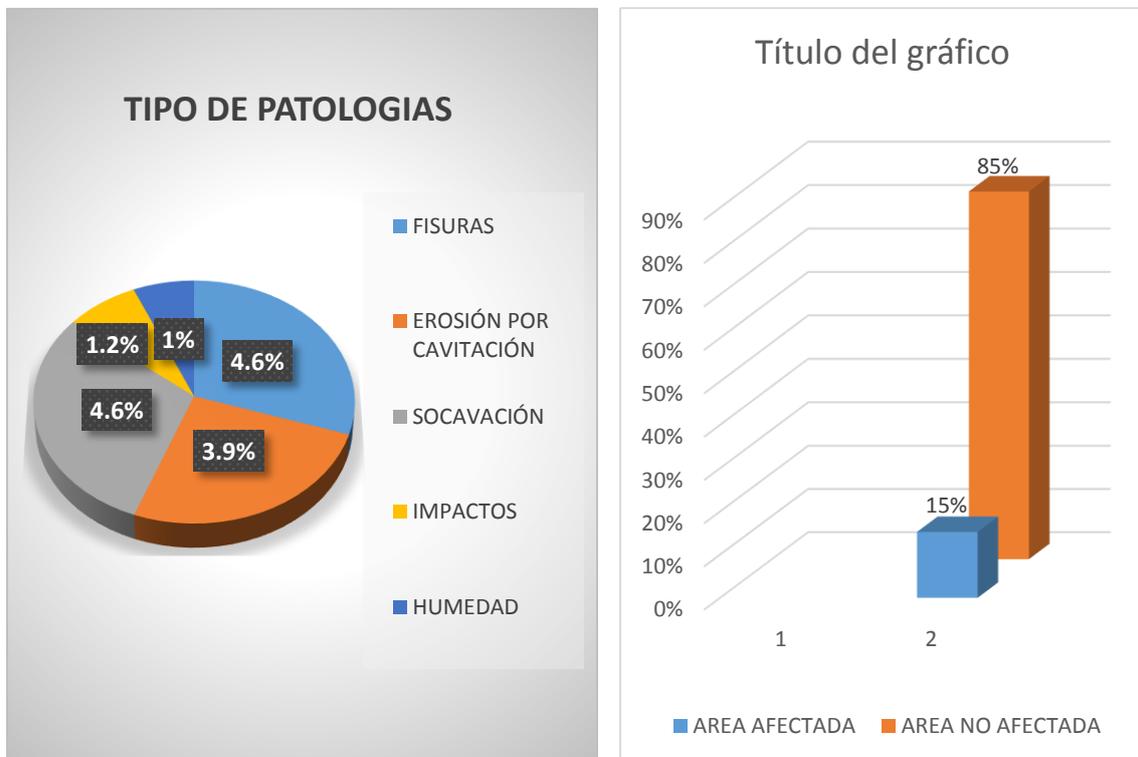
Tabla 32. Cantidad de Patologías encontradas en la UM – 10 (Pilares)

PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS EN UM - 10		
TIPO	AREA AFECT. (m2)	%AREA AFECT.
FISURAS	7.00	4.6
EROSIÓN POR CAVITACIÓN	6.00	3.9
SOCAVACIÓN	7.00	4.6
IMPACTOS	1.80	1.2
HUMEDAD	1.50	1
TOTAL	23.3	15

PORCENTAJES DE AREAS	
DESCRIPCIÓN	%
AREA AFECTADA	15%
AREA NO AFECTADA	85%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 10. Porcentaje de Patologías encontradas en la UM – 10 (Pilares)



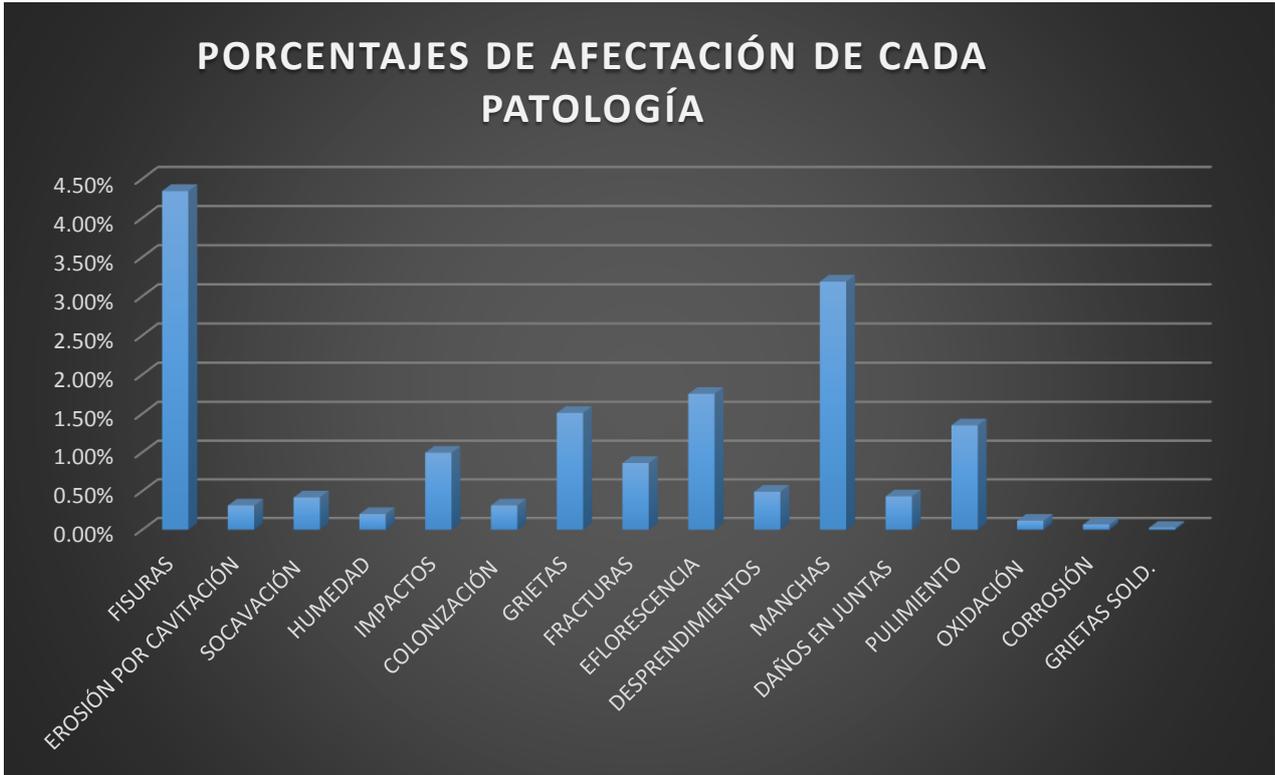
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33. Porcentaje de Afectación de cada patología en toda el área evaluada.

PORCENTAJE DE AFECTACIÓN EN TODOS LOS ELEMENTOS DEL PUENTE CHANRRO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO PATOLOGÍAS	METRADO PUENTE	PORCENTAJE
1	FISURAS	M2	124.65	2869.92	4.34%
2	MANCHAS	M2	91.45	2869.92	3.19%
3	SOCAVACIÓN	M2	12.00	2869.92	0.42%
4	HUMEDAD	M2	5.80	2869.92	0.20%
5	IMPACTOS	M2	28.57	2869.92	1.00%
6	COLONIZACIÓN	M2	9.00	2869.92	0.31%
7	GRIETAS	M2	43.34	2869.92	1.51%
8	FRACTURAS	M2	24.76	2869.92	0.86%
9	EFLORESCENCIA	M2	50.33	2869.92	1.75%
10	DESPRENDIMIENTOS	M2	14.11	2869.92	0.49%
11	EROSIÓN POR CAVITACIÓN	M2	9.00	2869.92	0.31%
12	DAÑOS EN JUNTAS	M2	12.40	2869.92	0.43%
13	PULIMIENTO	M2	38.75	2869.92	1.35%
14	OXIDACIÓN	M2	14.00	2869.92	0.12%
15	CORROSIÓN	M2	8.07	2869.92	0.07%
16	GRIETAS SOLD.	M2	3.00	2869.92	0.03%
TOTAL ÁREA AFECTADA		M2	489.23	----	16.38%
TOTAL ÁREA NO AFECTADA		M2	----	2380.69	83.62%
					100%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 11. Porcentajes de Afectación de cada Patología en todos los elementos del puente



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De acuerdo a los objetivos planteados en el trabajo de investigación se ha podido determinar la condición actual del puente, la condición de cada elemento, el grado de incidencia de cada patología y el número o cantidad de cada una de ellas con su respectivo porcentaje de participación en toda la estructura del puente tal como detallamos a continuación:

Dentro de los 10 elementos del puente evaluados se obtuvieron las siguientes condiciones para cada uno. Las barandas metálicas se encuentran con un nivel de severidad de grado 2 y grado 1, con una condición estadística de 1.70 correspondiendo a un estado **bueno**. Las veredas peatonales tienen un nivel de severidad de grado 3 y grado 2 con una condición estadística de 3.00 correspondiendo a un estado **Malo**. La Carpeta Asfáltica se encuentra con un nivel de severidad de grado 2 y grado 1 con una condición estadística de 1.79 correspondiendo a un estado **Bueno**. La losa de concreto armado tiene un nivel de severidad de grado 2 y grado 1 con una condición estadística de 1.79, la cual se encuentra en un estado **bueno**. Las vigas principales de concreto armado se encuentran

con un nivel de severidad de grado 2 y grado 1, su condición estadística es de 1.88 correspondiéndole un estado **bueno**. Las vigas secundarias de concreto armado obtienen un nivel de severidad de grado 2 y grado 1, con una condición estadística de 1.92 correspondiéndole un estado **bueno** a dicho elemento. Las juntas de dilatación obtienen una severidad de grado 2 y grado 1, con una condición estadística de 1.74. Estado **Bueno**. Los puntos de apoyo tienen severidad de grado 2 y grado 1 con una condición estadística de 1.84 y un estado **bueno**. El cuerpo de los estribos de concreto armado se encuentra con una severidad de grado 2 y grado 1 con una condición estadística de 1.74 correspondiéndole un estado **bueno** de dicho elemento. El cuerpo de los pilares tiene una severidad de grado 2 y grado 1, con una condición estadística de 1.81 con un estado **bueno**. En general la condición estadística global del puente es de 2.69, por lo que se concluye que su estado actual es REGULAR.

En cuanto a la cantidad de patologías encontradas se obtuvo su grado de incidencia y su respectivo porcentaje para cada una como se menciona a continuación:

Las Fisuras fue la patología que más incidencia tubo con en toda el área evaluado con un porcentaje de 4.34%, luego estuvo la presencia de manchas con un porcentaje de 3.19% de toda el área evaluado, como tercer patología con más incidencia fue la Eflorescencia con un porcentaje de 1.75%, luego las grietas con 1.51%, Pulimiento con 1.35%, impactos con 1%, fracturas con 0.86%, luego desprendimientos 0.49%, daños en juntas 0.43% y oxidación con 0.12%% cada una, y por último se encuentran la erosión por cavitación 0.31%, la socavación 0.42%, la colonización 0.31% y la corrosión con un porcentaje de 0.07%, la humedad 0.20% y las grietas en soldadura se encontraron con 0.03% respectivamente.

VI. CONCLUSIONES.

Del estudio de investigación realizado se ha obtenido los siguientes resultados de la condición actual de puente y el número de patologías que teníamos como principal objetivo de nuestra tesis en la cual llegamos a las siguientes conclusiones:

- ❖ Las patologías encontradas en todos los elementos estructurales del puente son las siguientes: **Fisuras** con 4.34%, **Manchas** con 3.19%, **Eflorescencia** con 1.75%, **Grietas** con 1.51%, **Pulimiento** con 1.35%, **Impactos** con 1%, **Fracturas** con 0.86%: **Desprendimiento** con 0.49%, **Daños en Juntas** con 0.43% y **Oxidación** con 0.12%: **Erosión por Cavitación** con 0.31%, **Socavación** con 0.42%, **Colonización** con 0.31% y **Corrosión** con 0.07%: por ultimo **Humedad** con 0.20% y **Grietas en Soldadura** con 0.03% respectivamente.
- ❖ Se ha determinado que la patología con más presencia en la estructura de concreto de dicho puente, Son las Fisuras con 124.65 m² y un porcentaje de 4.34% de todo el área de los elementos evaluados.
- ❖ Se concluye que el Puente Vehicular Chanro situado sobre el Río Chanro en la Carretera Empalme 1B-Buenos Aires – Canchaque, en el Caserío Chanro distrito San Miguel del Faique Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, se encuentra en un Estado **Regular** con un rango de Condición Estadística igual a 2.69 ubicado en el intervalo 2.00 – 2.99.

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

A continuación se presenta algunas recomendaciones para el tratado y solución de las patologías encontradas en la estructura del puente:

Se recomienda hacer un mantenimiento preventivo para contrarrestar la vulnerabilidad principalmente de los estribos y pilares, los cuales están expuestos a ser socavados por las corrientes del río mayormente en épocas de invierno, debe hacerse una defensa riberena (enrocado para proteger los estribos y pilares) y así poder alargar la vida útil del puente.

En cuanto al tratamiento de Fisuras y Grietas se recomienda realizar una limpieza en toda el área o zona fisurada mediante un soplado y luego aplicar o efectuar un sellado con masillas elásticas a base de poliuretano o también la aplicación de resinas Epóxicas.

Para la Oxidación y Corrosión de las barandas metálicas se recomienda realizar una limpieza de toda la zona afectada, aplicar aditivos removedores de Oxido y luego la pintura anticorrosiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1). Bustamante C, González D. “Evaluación, Diagnóstico Y Propuesta De Intervención Para La Patología Del Puente Román Ubicado En El Barrio Manga”. [Universidad De Cartagena - Colombia]. Año 2014.[Citado 2018 Mayo 20]
Disponible en:
<http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/1368/1/Trabajo%20de%20Grado.%20Lina%20Samper%20-%20Mafe%20Serpa.pdf>

- (2). Barrera G, Ramos V. “Estudio Patológico del Puente No. 15 en el Km 242+526 de la vía férrea Bogotá – Belencito”. [Universidad Santo Tomas – Colombia]. Año 2015. [2018 Mayo 20].
Disponible en:
repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4362/Ramosvirginia2017.pdf?...1...

- (3). Serpa M, Samper L. “Evaluación, Diagnóstico, Patología y Propuesta de Intervención del Puente Sobre el Caño el Zapatero a la Entrada de la Escuela Naval Almirante Padilla”. Repositorio [seriada en línea]. Año 2014. [citado 2018 Mayo 19].
Disponible en:
<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/1368/1/Trabajo%20de%20Grado.%20Lina%20Samper%20-%20Mafe%20Serpa.pdf>

- (4). Saenz R. “La evaluación preliminar del puente chillón Km. 24+239. Carretera panamericana norte Habich – intercambio vial ancón, para posible Intervención preventiva”. [seriada en línea]. Año 2016. [citado 2018 Mayo 15].

Disponible

en:

http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10564/T055_09754135_T.pdf?sequence=1

- (5). Andia E. Chimbote – 2016 “Determinación Y Evaluación De Las Patologías Del Concreto Armado En Los Elementos Estructurales Del Puente Vehicular Chanchará De Tipo Viga-Losa, En El Río Pongora, Distrito De Pacaycasa, Provincia De Huamanga, Región Ayacucho, Marzo – 2016”. Repositorio [tesis para optar el título de Ingeniero Civil-Chimbote]. Año 2016. [citado 2018 mayo 18].
- (6). Bardales H. “Conservación de Puentes de Piedra en el Perú: Criterios para su intervención Estructural” [Tesis para optar grado de magister Pontificia Universidad Católica]. Lima-Peru – Año 2013. [citado 2018 Mayo 25].
- (7). Ipanaqué J. “Evaluación Técnica de las Estructuras de los Puentes Carrozables de la Región Piura-2014: Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres (1° Puente), Puente Avelino Cáceres (2° Puente), Puente Miguel Grau, Puente Independencia; y la Influencia Patológica en su Vida Útil” [Tesis para optar título]. Piura, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2014. [citado 2018 mayo 25].
- (8). Rueda J. “Determinación Y Evaluación Del Nivel De Incidencia De Las Patologías Del Concreto Reforzado En Puentes De La Provincia De Morropón Departamento De Piura” [Citado 2018 junio 25].

Disponible

en:

<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/1367/1/EVALUACION%20DIAGNOSTICO%20PATOLOGICO%20Y%20PROPUESTA%20DE%20INTERVENCION%20DEL%20PUENTE%20ROMERO%20AGUIRRE.pdf>

- (9). Minaya J. “DISEÑO DE PUENTES AASHTO”. Repositorio [seriado en línea]. Pag: 01. [citado 2018 Mayo 29].
Disponible en: http://www.academia.edu/11331657/Libro_de_Puentes_AASHTO
- (10). Rodríguez A. “Puentes Con AASHTO-LRFD 2010 (Fifth Edition)” [Lima – Perú]. Año 2012. [citado 2018 Mayo 25].
Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/puentes-ing-arturo-rodriguez-serquen.pdf>
- (11). Aranis C. “Análisis y Diseño de Puentes de Concreto Armado, Método Aashto”. [Lrfd. Primera ed. Lima, Perú: Aci-Uni]. Año 2006. [citado 2018 Mayo 20].
Disponible en: <https://es.scribd.com/document/280324845/Aci-Diseno-de-Puentes>
- (12). Villarino A. “Tema 7 – Puentes”. Repositorio [seriada en línea] Año 2012 [citado 2018 Mayo 25].
Disponible en: <http://ocw.usal.es/enseanzas-tecnicas/ingenieria-civil/contenido/TEMA%207-%20PUENTES.pdf>
- (13). Apaza P. “Puentes introducción al diseño de puentes en concreto”. [Nueva ed. Lima, Perú: D’Luis]. Año 2000. [citado 2018 mayo 29].
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/230754727/Pablo-Apaza-Herrera-Puentes-Introduccion-Al-Diseno-de-Puentes-en-Concreto>
- (14). Rosas C, Puentes Marco Teórico Conceptual, Slideshare [seriada en línea]. Año 2014. [citado 2018 Junio 05].
Disponible en: http://es.slideshare.net/rosascoria/puentes-40078638?qid=adf4dd6d-71d14686-b891d8ccfa91c16e&v=&b=&from_search=7

- (15). Ventura M. “Puentes y Obras de Paso, Magma”. Repositorio [seriada en línea] Año 2011. [citado 2018 Junio 05].
Disponibile en: http://cef.uca.edu.sv/descargables/2011_12_cursoMAGMA/presentacion_puentes.pdf
- (16). Cárdenas O. “Puentes Partes de un puente”. Slideshare [seriada en línea] Año 2016 [citado 2018 Junio 10].
Disponibile en: <http://es.slideshare.net/EMANECERS/partes-de-un- puente-59442007>
- (17). Flores A. “Cimentaciones”. Slideshare [seriada en línea]. Año 2013. [citado 2018 Junio 09].
Disponibile en: <http://es.slideshare.net/jhongsellvillanuevaportella9/cimentacionessuperf iciales>
- (18). Oseguera L, Bernal R, Cerda O. “Elementos Estructurales de Concreto y Concreto Reforzado”. Scribd [seriada en línea]. Año 2012. [citado 2018 Junio 10].
Disponibile en: <https://es.scribd.com/doc/95013368/ELementos-estructurales>
- (19). Zambrano R. “Fundamentos de Concreto Armado”. Slideshare [seriada en línea]. Año 2009. [citado 2018 Junio 09].
Disponibile en: http://es.slideshare.net/ricardozambrano/fundamentosconcretoarmado?qid =cd65289e-4f42-474ª 9cb60c35ad75d3ab&v=&b=&from_search=3
- (20). Construmatica – Metaportal de Arquitectura. Ingeniería y Construcción. “Patologías”. Slideshare [seriada en línea]. Año 2011. [Citado 2018 Junio 10]

Disponible en: www.construmatica.com › Boletines de Construmática

- (21). Treviño E. “Patología de las Estructuras de Concreto Reforzado”. Repositorio [seriada en línea]. Año 1998. [citado 2018 Junio 10]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/6017/1/1080087103.PDF>
- (22). Panozo M. “Patología de las Estructuras”. Slideshare [seriada en línea]. Año 2007. [citado 2018 Junio 12]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/angelcaido666x/patologia-de-las-estructuras>
- (23). Blogger. Com. “¿Qué son las Patologías en Puentes?” Publicado por futuros ingenieros unet en 7:28. [seriado en línea]. Año 2012. [citado 2018 Junio 05]. Disponible en: <http://2012-ingcivilpuentes.blogspot.com/2012/01/que-son-patologias-en-los-puentes.html>
- (24). Ortega Y, Quintero K. “Durabilidad del Concreto. Prezi [seriada en línea]. Año 2015. [citado 2018 Junio 10]. Disponible en: <https://prezi.com/bjull8e1el3f/durabilidad-del-concreto/>
- (25). Sánchez de Guzmán. “Durabilidad y Patología del Concreto”. [2da ed. Santa Fé de Bogotá, D.C, Colombia: Asocreto]. Año 2011. [Citado 2018 Junio 12]
- (26). Calavera J. “Patología de las estructuras de hormigón armado y pretensado”. [2da ed. Madrid y Ribadeo, España: Intemac]. Año 1996. [citado 2018 Junio 12].
- (27). Rivva E. “Durabilidad y Patología del Concreto”. Slideshare [seriada en línea]. Año 2006. [citado 2018 Junio 12].

Disponible en:
<http://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidadypatologiadelconcretoenriquerivval>

(28). Monjo J. “Patologías de cerramientos y acabados arquitectónicos”. [2a ed. Madrid, España: Munilla-Leria]. Año 1997. [citado 2018 Junio 15].

(29). Velasco E. “Determinación Y Evaluación Del Nivel De Incidencia De Las Patologías Del Concreto En Edificaciones De Los Municipios De Barbosa Y Puente Nacional Del Departamento De Santander”. Bogotá d.c., Diciembre de 2014: Pag. N°
<http://repository.unimilitar.edu.co/jspui/bitstream/10654/6632/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20DETERMINACION%20Y%20EVALUACION%20DEL%20NIVEL%20DE%20INCIDENCIAS%20DE%20LAS%>

(30). M.T.C. Guía para la Inspección de Puentes, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles [seriada en línea] 2006 [citado 2016 Mayo 19],

Disponible en:

https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/GUIA%20PARA%20INSPECCION%20DE%20PUENTES.pdf

ANEXOS.

Cuadro 1. Fotografías de las Patologías encontradas en los elementos estructurales del Puente Vehicular Chanrro

PUENTE VEHICULAR CHANRRO	
TIPO DE PATLOGIAS ENCONTRADAS EN LOS ELEMENTOS DEL PUENTE CHANRRO	
GRIETAS EN VEREDA	FISURAS EN LOSA
 <p style="text-align: center;">FUENTE : Elaboración Propia</p>	 <p style="text-align: center;">FUENTE: Elaboración Propia</p>
MANCHAS	DESPRENDIMIENTO EN APOYOS
 <p style="text-align: center;">FUENTE : Elaboración Propia</p>	 <p style="text-align: center;">FUENTE : Elaboración Propia</p>

IMPACTOS

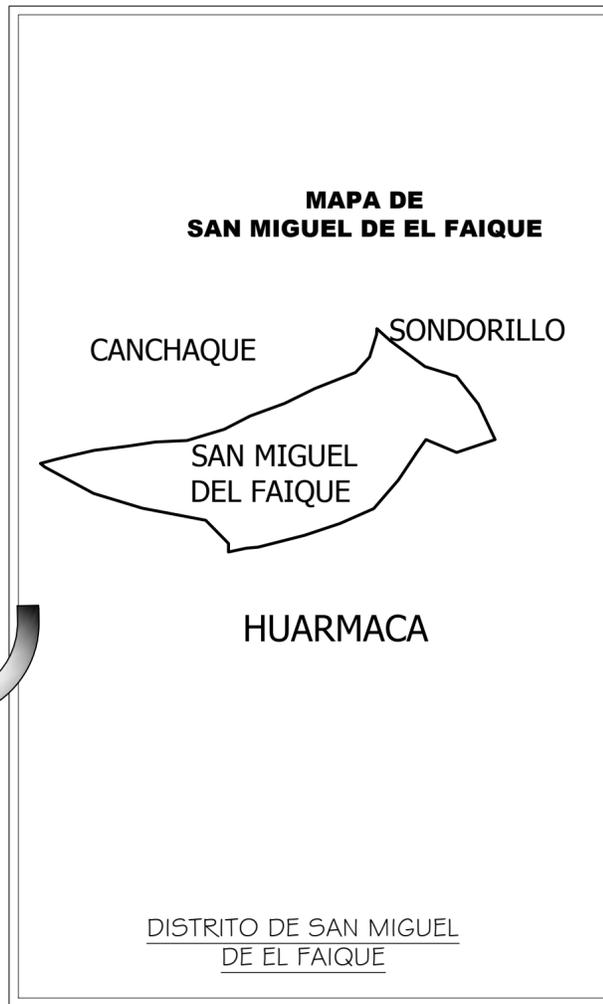
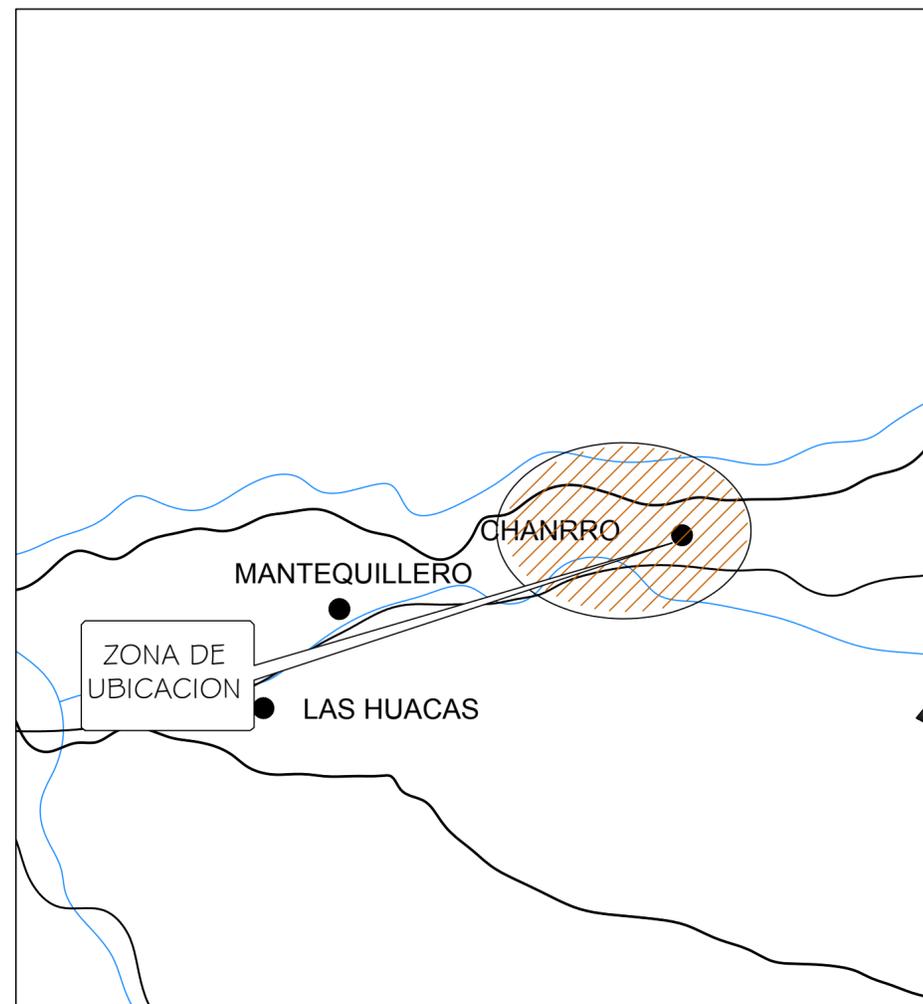
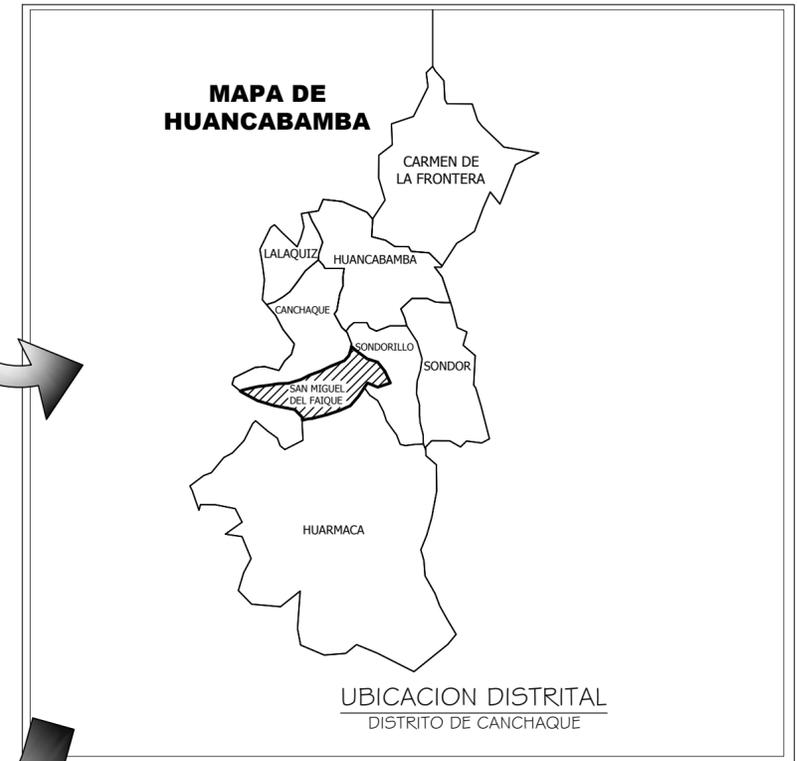
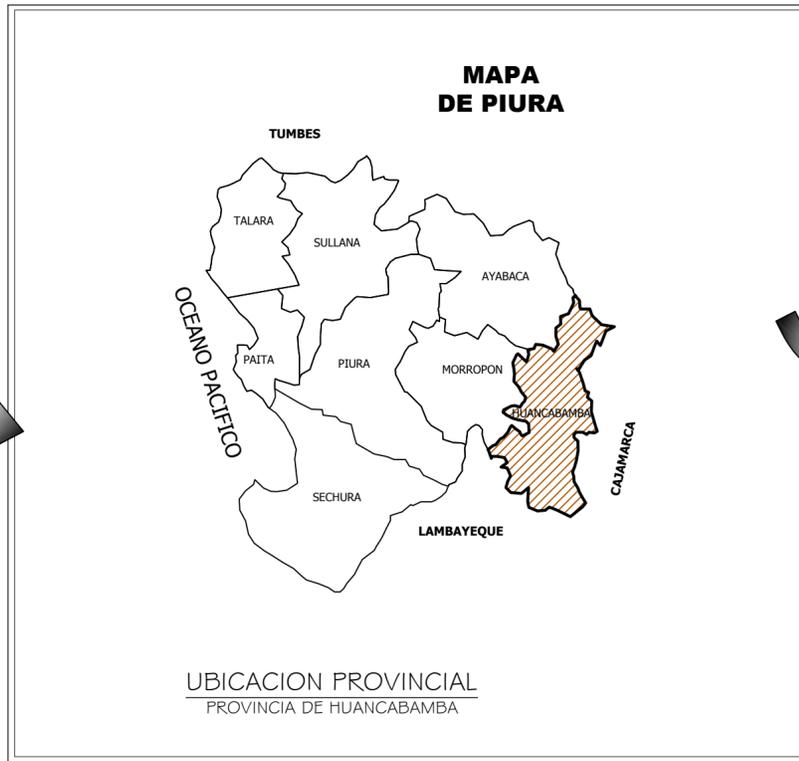


FUENTE : Elaboración Propia

SOCAVASIÓN DE PILARES



FUENTE : Elaboración Propia



LEYENDA

Límite Distrital	—————
Ríos	—————
Trocha Carrozable	- - - - -
Capital del Distrito	
Caseríos	●
Caseríos Intervenidos	○

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE

Tesis:
"Evaluación y Determinación de las Patologías en los elementos del Puente Vehicular Chanrro, Piura 2018"

Plano:
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Especialidad:
INGENIERÍA CIVIL

Elaborado Por:
BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA

Localidad: CHANRRO	Distrito: SAN MIGUEL DE FAIQUE	N° Lámina: U-01
Provincia: HUANCABAMBA	Región: PIURA	
Fecha: ABRIL- 2018	Escala: 1/50000	CAD/TOP:



Corrosión en la plancha de apoyo de la baranda



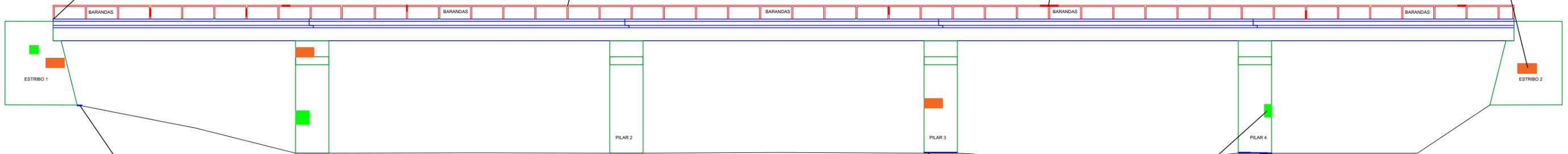
Presenta Grietas en la soldadura



Existencia de Oxidación en la Baranda metálica



Fisuras y colonización del estribo del Puente



Se observa Socavación del estribo



Se observa Socavación del pilar



Falta de material producido por impactos

LEYENDA	
	Grietas en Soldadura
	Oxidación
	Corrosión
	Impactos
	Socavación
	Fisuras

PLANO DE PATOLOGÍAS EN ESTRIBOS, PILARES Y BARANDAS METÁLICAS

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			
	Tesis: "Evaluación y Determinación de las Patologías en los elementos del Puente Vehicular Chanro, Piura 2018"		
	Plano: PATOLOGÍAS		
	Elaborado Por: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA		
	Localidad: CHANRO	Distrito: SAN MIGUEL DE FAIQUE	N° Lámina:
Provincia: HUANCABAMBA	Región: PIURA	P- 01	
Fecha: Abril- 2018	Escala: 1/250		MUESTRA: UM-01, UM-09 y UM-10



Grietas y Desprendimiento en Veredas.

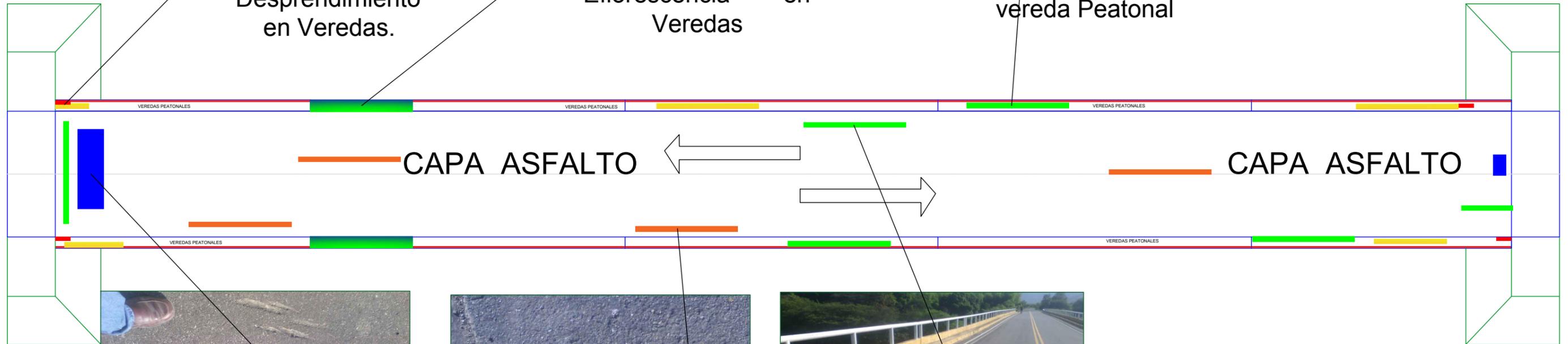


Presencia de Eflorescencia en Veredas



Fisuras menores en vereda Peatonal

LEYENDA	
	Grietas
	Desprendimiento
	Eflorescencia
	Fisuras
	Impactos
	Pulimientos



Falta de Asfalto en la carpeta producido por Impactos



Pulimientos de Agregados en la Carpeta Asfáltica



Presencia de Fisuras en el Pavimento

PLANO DE PATOLOGÍAS EN VEREDAS PEATONALES Y CAPA DE ASFALTO

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			
	Tesis: "Evaluación y Determinación de las Patologías en los elementos del Puente Vehicular Chanrro, Piura 2018"		
	Plano: PATOLOGÍAS		
	Elaborado Por: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA		
	Localidad: CHANRRO	Distrito: SAN MIGUEL DE FAIQUE	N° Lámina:
Provincia: HUANCABAMBA	Región: PIURA	P-02	
Fecha: Abril-2018	Escala: 1/250		MUESTRA: UM-02 y UM-03



Grietas y Fisuras en la junta de dilatación entre losa y estribo

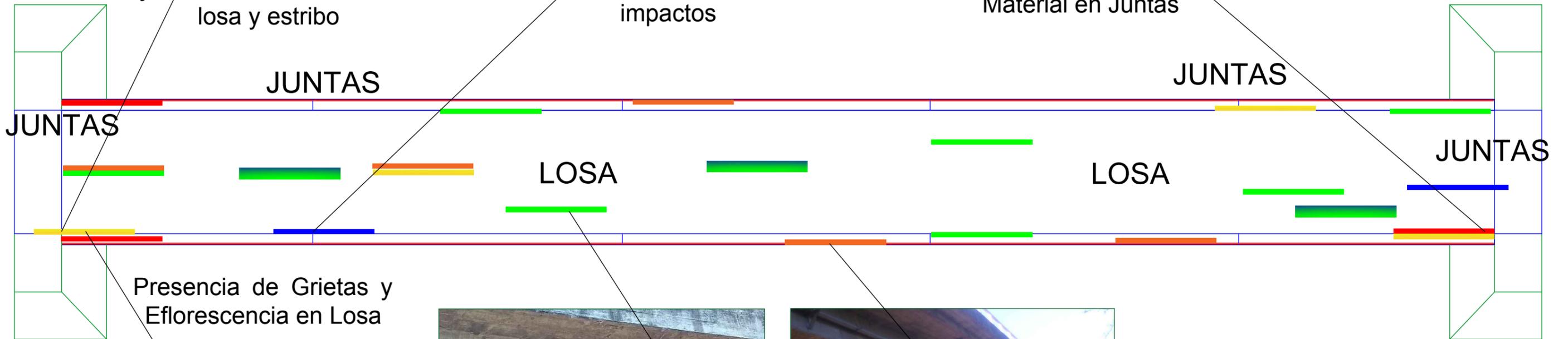


Falta de material en juntas producido por impactos



Desprendimiento de Material en Juntas

LEYENDA	
	Grietas
	Desprendimiento
	Eflorescencia
	Fisuras
	Impactos
	Manchas



Presencia de Grietas y Eflorescencia en Losa



Fisuras y desprendimiento en la Losa



Existencia de Manchas en la losa.

PLANO DE PATOLOGÍAS EN LOSA Y JUNTAS DE DILATACIÓN

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			
	Tesis: "Evaluación y Determinación de las Patologías en los elementos del Puente Vehicular Chanrro, Piura 2018"		
	Plano: PATOLOGÍAS		
	Elaborado Por: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA		
	Localidad: CHANRRO	Distrito: SAN MIGUEL DE FAIQUE	N° Lámina:
Provincia: HUANCABAMBA	Región: PIURA	P-03	
Fecha: Abril- 2018	Escala: 1/250		ELEMENTO: UM-04 y UM-07



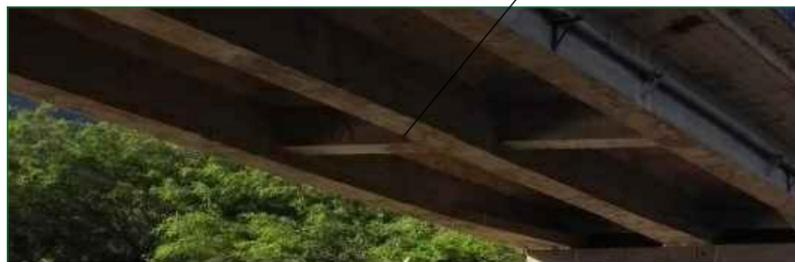
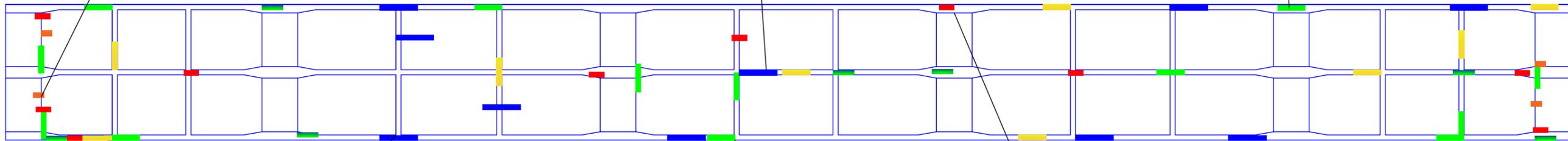
Desprendimiento y Eflorescencia en los Apoyos



Presencia de Grietas, Fisuras y Manchas en la viga principal



Fisuras en la Viga Principal



Presencia de Manchas en las Vigas Principales y vigas Secundarias



Fisuras en las Vigas Secundarias



Desprendimiento de los Puntos de Apoyo

LEYENDA	
	Grietas
	Desprendimiento
	Fracturas
	Fisuras
	Manchas
	Eflorescencia

PLANO DE PATOLOGÍAS EN APOYOS, VIGAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			
	Tesis: "Evaluación y Determinación de las Patologías en los elementos del Puente Vehicular Chanrro, Piura 2018"		
	Plano: PATOLOGÍAS		
	Elaborado Por: BACH. CONFESOR MONTALVAN CORDOVA		
	Localidad: CHANRRO	Distrito: SAN MIGUEL DE FAIQUE	N° Lámina:
Provincia: HUANCABAMBA	Región: PIURA	P- 04	
Fecha: Abril- 2018	Escala: 1/250		MUESTRA: UM-05. UM-06 y UM-08