

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**TÍTULO:**

Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018.

**Tesis para optar el título profesional de:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Bach. Wilfredo Juan Blas Campos

**ASESOR:**

Mgtr. Víctor Hugo Cantu Prado

**HUARAZ – PERÚ**

**2018**

## **1. TÍTULO DE LA TESIS.**

Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018.

**2. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR.**

**JURADO EVALUADOR:**

Mgr. Carlos Hugo Olaza Henostroza.

-----  
Presidente

Mgr. Tomas Villavicencio Saavedra Flores.

-----  
Miembro.

Mgr. Dante Dolores Anaya

-----  
Miembro

### **3. HOJA DE AGRADECIMIENTO Y/O DEDICATORIA.**

#### **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la sabiduría y fortaleza en los momentos difíciles que se presentaron. A mi Padre, por su colaboración, entrega y apoyo incondicional en todo momento, por creer, confiar y brindarme su ayuda.

A mi madre por tenerme presente en sus oraciones para que Dios estuviera siempre conmigo en este largo proceso y a mi hermana que me apoyó económicamente e incondicionalmente.

#### **DEDICATORIA**

La presente investigación lo dedico a mis padres Juan Blas Cruz y Reyna Campos Atero por su apoyo incansable, a mi hermana Lida Tenorio Campos, quien sin su ayuda y orientación no hubiera sido posible concluir mi carrera y a todas aquellas personas que me ayudaron en la culminación de mi carrera.

#### **4. RESUMEN Y ABSTRACT.**

##### **RESÚMEN**

La presente investigación se enmarca dentro del enfoque mixto, es un estudio descriptivo, no experimental, de corte transversal o sincrónica y tiene como objetivo responder la siguiente interrogante, ¿Hasta qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá Provincia de Huaraz Departamento de Ancash, permitirá conocer la condición de servicio en que se encuentra la estructura para así poder dar una solución a las patologías que presenta?. Para ello, el universo fue el puente y la muestra fueron todos los elementos estructurales que presentaban lesiones patológicas de dicho puente y para la recolección de datos se usó la ficha de recolección de acuerdo a las lesiones que presenta y a su nivel de severidad. Para elaborar los planos se empleó el programa Auto CAD 2018 y el análisis como el procesamiento de datos se realizó con la ficha de evaluación de patologías en el Microsoft Excel 2016, elaborándose tablas y gráficos, con los cuales se llegó que las veredas y los estribos son los elementos estructurales más afectados y las lesiones más graves predominantes son: el DESPRENDIMIENTO con un 17.33% de incidencia el cual está afectando las veredas y la SOCAVACIÓN con un 27.3% el cual afecta la base del estribo Izquierdo, es por esto que se concluyó que la condición de servicio del puente es REGULAR, por lo que se requiere de una defensa a base de gaviones que contrarresten la socavación.

**Palabras Clave:** Concreto, Patología, y. Puente.

## **ABSTRACT.**

This research is framed within the mixed approach, is a descriptive, non-experimental study of transverse or synchronous cutting and aims to answer the following question, up to what extent the determination and evaluation of the pathologies concrete of the structural elements of the bridge Mullaca, Tarica district province of Huaraz Department of Ancash, will allow to know the condition of service which are in the structure to be able to provide a solution to the pathologies that presents? To do so, the universe was the bridge and sample were all the structural elements that showed pathological lesions of the bridge and the tab's collection according to lesions which presents and their level of severity was used for data collection. Auto CAD 2018 program was used to develop the plans and analysis as data processing was carried out with the tab of evaluation of pathologies in Microsoft Excel 2016, developing tables and graphs, which became the sidewalks and the Stirrups are the hardest structural elements and the lesions more serious ruling are: the detachment with a 17.33% incidence which is affecting the sidewalks and the SCOUR with a 27.3% which affects the base of the left bracket, this is why it was concluded that the condition of the bridge service is REGULAR, so it is re want a defense-based gabions which counteract the scour.

**Key words:** Concrete, pathology, and. Bridge.

## 5. CONTENIDO

1. TÍTULO DE LA TESIS.....	ii
2. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR.....	iii
3. HOJA DE AGRADECIMIENTO Y/O DEDICATORIA.....	iv
4. RESUMEN Y ABSTRACT. ....	v
5. CONTENIDO .....	vii
6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, FIGURAS, FOTOGRAFÍAS Y TABLAS.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
III. METODOLOGÍA.....	47
3.1 Diseño de la investigación.....	47
3.2 Población y muestra.....	49
3.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	50
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
3.5 Plan de análisis.....	54
3.6 Matriz de Consistencia.....	56
3.7 Principios Éticos.....	57
IV. RESULTADOS.....	61
4.1 Resultados.....	61
4.2 Análisis de resultados.....	103
V. CONCLUSIONES.....	105
Aspectos complementarios .....	109
Referencias bibliográficas.....	110
Anexos.....	115

## 6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, FIGURAS, FOTOGRAFÍAS Y

### TABLAS.

#### Índice de Gráficos:

<i>Gráfica. 1 Porcentaje de afectación patológica UM-01- lado A. ....</i>	<i>65</i>
<i>Gráfica. 2 Porcentaje de afectación patológica UM-01- lado B. ....</i>	<i>65</i>
<i>Gráfica. 3 Porcentaje de afectación patológica UM-01- lado B. ....</i>	<i>66</i>
<i>Gráfica. 4: Porcentaje de afectación patológica UM-02- lado A. ....</i>	<i>68</i>
<i>Gráfica. 5: Porcentaje de afectación patológica UM-02- lado B. ....</i>	<i>68</i>
<i>Gráfica. 6: Porcentaje de afectación patológica UM-02- lado C. ....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfica. 7: Porcentaje de afectación patológica UM-03- lado A. ....</i>	<i>71</i>
<i>Gráfica. 8: Porcentaje de afectación patológica UM-03- lado B. ....</i>	<i>71</i>
<i>Gráfica. 9: Porcentaje de afectación patológica UM-03- lado C. ....</i>	<i>72</i>
<i>Gráfica. 10: Porcentaje de afectación patológica UM-04- lado A. ....</i>	<i>74</i>
<i>Gráfica. 11: Porcentaje de afectación patológica UM-04- lado B. ....</i>	<i>74</i>
<i>Gráfica. 12: Porcentaje de afectación patológica UM-04- lado B. ....</i>	<i>75</i>
<i>Gráfica. 13: Porcentaje de afectación patológica UM-05- lado A. ....</i>	<i>77</i>
<i>Gráfica. 14: Porcentaje de afectación patológica UM-05- lado B. ....</i>	<i>77</i>
<i>Gráfica. 15: Porcentaje de afectación patológica UM-05- lado C. ....</i>	<i>78</i>
<i>Gráfica. 16: Porcentaje de afectación patológica UM-06- lado A. ....</i>	<i>80</i>
<i>Gráfica. 17: Porcentaje de afectación patológica UM-06- lado A. ....</i>	<i>80</i>
<i>Gráfica. 18: Porcentaje de afectación patológica UM-06- lado A. ....</i>	<i>81</i>
<i>Gráfica. 19: Porcentaje de afectación patológica UM-07- lado A. ....</i>	<i>83</i>
<i>Gráfica. 20: Porcentaje de afectación patológica UM-07- lado B. ....</i>	<i>83</i>
<i>Gráfica. 21: Porcentaje de afectación patológica UM-07- lado C. ....</i>	<i>84</i>
<i>Gráfica. 22: Porcentaje de afectación patológica UM-08- lado Superior. ....</i>	<i>86</i>
<i>Gráfica. 23: Porcentaje de afectación patológica UM-08- lado Inferior. ....</i>	<i>86</i>
<i>Gráfica. 24: Porcentaje de afectación patológica UM-09- Lado A. ....</i>	<i>89</i>
<i>Gráfica. 25: Porcentaje de afectación patológica UM-09- Lado B. ....</i>	<i>89</i>
<i>Gráfica. 26: Porcentaje de afectación patológica UM-09- Lado C. ....</i>	<i>90</i>
<i>Gráfica. 27: Porcentaje de afectación patológica UM-10- Lado A. ....</i>	<i>92</i>
<i>Gráfica. 28: Porcentaje de afectación patológica UM-10- Lado B. ....</i>	<i>92</i>

<i>Gráfica. 29: Porcentaje de afectación patológica UM-10- Lado C.....</i>	<i>93</i>
<i>Gráfica. 30: Porcentaje de afectación patológica UM-11- Lado Superior. ....</i>	<i>95</i>
<i>Gráfica. 31: Porcentaje de afectación patológica UM-11- Lado Inferior. ....</i>	<i>95</i>
<i>Gráfica. 32: Porcentaje de afectación patológica UM-11- Lado Lateral.....</i>	<i>96</i>
<i>Gráfica. 33: Porcentaje de afectación patológica UM-12- Lado Superior. ....</i>	<i>98</i>
<i>Gráfica. 34: Porcentaje de afectación patológica UM-12- Lado Inferior. ....</i>	<i>98</i>
<i>Gráfica. 35: Porcentaje de afectación patológica UM-12- Lado Lateral.....</i>	<i>99</i>
<i>Gráfica. 36: Porcentaje de afectación en Vigas y su nivel de severidad. ....</i>	<i>100</i>
<i>Gráfica. 37: Porcentaje de afectación en Diafragmas y su nivel de severidad.. ....</i>	<i>101</i>
<i>Gráfica. 38: Porcentaje de afectación en la losa del puente y su nivel de severidad.</i>	<i>101</i>
<i>.....</i>	<i>101</i>
<i>Gráfica. 39: Porcentaje de afectación en Estribos y su nivel de severidad. ....</i>	<i>102</i>
<i>Gráfica. 40: Porcentaje de afectación en Veredas y su nivel de severidad. ....</i>	<i>102</i>

### **Índice de Figuras.**

<i>Figura 1: Vigas principales de un puente. ....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2: Concreto Armado. ....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3: Acero en Puentes.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 4 Grietas a consecuencia de la tracción pura. ....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 5: Grietas producto a la flexión y tracción de un elemento sometido a esfuerzo de flexión. ....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 6: Grietas longitudinales debido a la no adherencia del concreto al acero. 26</i>	
<i>Figura 7 Grietas a causa de cortante, flexión y tracción de vigas de concreto reforzado.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 8: Patrón de grietas por torsión en una viga prismática. ....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 9: Patrón de falla local por aplastamiento debido a una carga ..... 29</i>	
<i>Figura 10: Falla debido a la compresión simple en columnas.. .... 29</i>	
<i>Figura 11 Nomenclatura típica para el cálculo de la socavación. .... 32</i>	
<i>Figura 12: Corrosión en columnas y vigas. .... 36</i>	
<i>Figura 13: Grado de daño por socavación en la fundación ..... 40</i>	

## **Índice de Fotografías**

<i>Fotografía 1: Vista panorámica del puente Mullaca .....</i>	<i>115</i>
<i>Fotografía 2: Se ve la fisuras y eflorescencias.....</i>	<i>120</i>
<i>Fotografía 3: Se aprecia corrosión en la parte inferior del Puente.....</i>	<i>120</i>
<i>Fotografía 4: Se aprecia la eflorescencia a lo largo de la fisura. ....</i>	<i>121</i>
<i>Fotografía 5: Fisura considerable en la viga de apoyo. ....</i>	<i>121</i>
<i>Fotografía 6: Desprendimiento del concreto en la vereda del puente. ....</i>	<i>122</i>
<i>Fotografía 7: Desempotrado de las varandas de seguridad. ....</i>	<i>122</i>
<i>Fotografía 8: Se ve la socavación del estribo izquierdo aguas abajo.....</i>	<i>123</i>
<i>Fotografía 9: Recolección de datos de las patologías. ....</i>	<i>125</i>
<i>Fotografía 10: Fisuras y grietas a 45° en las vigas longitudinales. ....</i>	<i>125</i>
<i>Fotografía 11: Se muestra el desprendimiento y corrosión de acero producido en la vereda.....</i>	<i>125</i>

## **Índice de Tablas.**

<i>Tabla 1: Grado de daño por socavación en la fundación .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 2: Grado de daño por socavación en la fundación .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 3: Nivel de severidad de patologías. ....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 4: Índice medio diario anual (IMDA) 2006. ....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 5: Elementos muestrales a evaluar.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 6 Clasificación del Puente Mullaca Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 7: Evaluación de la UM-01. ....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 8: Evaluación de la UM-02. ....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 9: Evaluación de la UM-03. ....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 10: Evaluación de la UM-04. ....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 11: Evaluación de la UM-05. ....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 12 Evaluación de la UM-06. ....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 13: Evaluación de la UM-07. ....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 14: Evaluación de la UM-08. ....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 15: Evaluación de la UM-09. ....</i>	<i>88</i>

<i>Tabla 16: Evaluación de la UM-10.</i> .....	91
<i>Tabla 17: Evaluación de la UM-11.</i> .....	94
<i>Tabla 18: Evaluación de la UM-12.</i> .....	97
<i>Tabla 19: Ficha de recolección de datos. Fuente: Elaboración propia 2018.</i> .....	118
<i>Tabla 20: Ficha de evaluación de datos,</i> .....	119

## I. INTRODUCCIÓN.

Los puentes son un medio de comunicación y accesos entre pueblos y ciudades, y se han convertido indispensables para el desarrollo económico y social, y si llegaran a fallar estas estructuras, se crearía un impedimento para continuar con dicho desarrollo. por lo que esta investigación se Justifica en la necesidad de identificar y saber el estado en el que se encuentran los elementos estructurales del puente carro-sable Mullaca a partir de la determinación y evaluación de estas patologías que vienen afectándolo, para que las autoridades encargadas tomen conciencia y actúen, además me permitirá en lo personal tener una formación y conocimientos sobre la evaluación de patologías que afectan los puentes.

En la presente investigación se tomó como Objeto de estudio al puente Mullaca, el cual se ubica en la carretera PE-3N Tramo Huaraz- Caraz, en el centro poblado de Mullaca, Distrito de Taricá a 10.44 km de la provincia de Huaraz, departamento de Ancash, y fue construido el año de 1974 lo que nos dice que tiene 44 años de vida útil, está conformado por tres vigas longitudinales, los cuales presentan fisuras muy largas y de una abertura mayor a 1.00 mm que con el tiempo podrían convertirse en grietas, también presenta corrosión del acero en la losa del puente y en la vereda, y además se encuentra en una carretera de alto tránsito vehicular ( puente de primera clase) y que, si sufre un colapso, interrumpiría el transporte y el comercio de todo el Callejón de Huaylas.

Es por eso que surgió la siguiente interrogante. ¿Hasta qué medida la Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto en los Elementos Estructurales del Puente Mullaca Distrito de Taricá Provincia de Huaraz Departamento de Ancash, nos

dará a conocer la de servicio en que se encuentra la estructura para así poder dar una solución a las patologías que presenta?,

Para poder responder a esta problemática se plantea lo siguiente; Objetivo General: Determinar y Evaluar las Patologías del Concreto en los Elementos Estructurales del Puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, para obtener su condición de servicio.

A partir de esto se determinaron los Objetivos Específicos.

- Identificar el tipo de patologías que existen en los Elementos Estructurales del Puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash.
- Evaluar los tipos de patologías que existen en los Elementos Estructurales del Puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz y departamento de Ancash.
- Obtener la condición de servicio del Puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash.a partir de la evaluación

Y se pudo llegar a la respuesta tomando como Universo a todo el puente Mullaca y tomando como muestra a todos los elementos estructurales del puente y usando una ficha técnica de recolección de datos de las patologías de acuerdo a su tipo y severidad. La metodología de investigación se enmarcó dentro del enfoque mixto (Cuantitativo y cualitativo) debido a que se mencionó las características que presentó, y se cuantificó esas lesiones de la muestra mediante mediciones, fue un estudio descriptivo, porque la investigación consistió en recolectar datos, describir, especificar y evaluar la realidad in situ, y según la intervención que se hizo, es no experimental, ya que no se alteró la muestra y también es de corte transversal o sincrónica porque el análisis se realizó en

un tiempo determinado y la recolección de datos se realizó una sola vez. Y de todo esto nos permitió llegar a los siguientes resultados más importantes:

- Las UM-10, Y UM-11 son los elementos estructurales que mayor daño presentan, los cuales presentan Socavación con un 27.3% y Desprendimiento con un 17.33% de incidencia respectivamente, haciendo calificar a dichas Unidades Muestrales de acuerdo a su nivel de severidad: SEVERO.

Y se llegó a la siguiente conclusión:

- De acuerdo a las condiciones en las que se encuentra el puente, y con la ayuda de Nivel de Condición de un Puente según el Ministerio de transportes y comunicaciones., se determinó que la condición de servicio del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, es REGULAR.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales.

##### A. “Análisis de Patologías Físicas de Puentes Vehiculares en Concreto En La Localidad De Chapinero – 2015”.

Panqueva. <sup>(1)</sup>

#### DESCRIPCIÓN:

En este trabajo se presenta las patologías físicas presentes en los puentes vehiculares en la localidad de Chapinero en la ciudad de Bogotá D.C, se describen las causas probables las cuales pueden ser intrínsecas y extrínsecas. En primera instancia, se realizó una búsqueda de información sobre estudios previos de patologías físicas presentadas en los puentes vehiculares de la ciudad de Bogotá D.C. Posteriormente se chequeó el documento “inventario de puentes actualización marzo de 2015”, proporcionado por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU). A continuación, se llevaron a cabo visitas semanales en los puentes vehiculares ubicados en la localidad de Chapinero en donde se realizó registro fotográfico, inspección y diagnóstico previo de las anomalías observadas tanto en la infraestructura como en la superestructura de dichos puentes. Al finalizar se utilizaron técnicas visuales y se evidenciaron todas las observaciones del autor en las fichas técnicas presentadas en este documento; generando una evaluación y valoración final de las posibles causas de las patologías físicas observadas.

#### CONCLUSIONES

El mantenimiento periódico a los puentes vehiculares en concreto es la mejor solución para prevenir la aparición temprana de patologías físicas en dichas estructuras. En Chapinero se constató que más del 80% de los puentes evaluados no presentaban mantenimientos recientes.

## **B. “Patologías Mecánicas Presentes En Los Puentes Vehiculares De La Localidad De Fontibón-2015”.**

Peñuela & Sossa.<sup>(2)</sup>

### **DESCRIPCIÓN:**

Este trabajo presenta un estado de las patologías mecánicas presentes en los puentes vehiculares de la localidad de Fontibón, con el objeto de determinar el estado en el que se encuentran las estructuras en concreto.

En primer lugar, se realizó una búsqueda y recopilación de información sobre estudios patológicos previos, hechos en puentes vehiculares de la ciudad de Bogotá D.C., esto con el fin de identificar el avance dispuesto en el campo de las patologías mecánicas en las estructuras de concreto. Posteriormente, se realizó una visita de inspección a cada uno de los puentes vehiculares pertenecientes a la localidad de Fontibón, revisando cada uno de sus componentes estructurales en busca de dichas patologías; en esta parte del trabajo, se utilizaron técnicas de análisis visual y de medición que nos ayudaron a determinar el estado del puente.

### **CONCLUSIÓN:**

La patología más común presente en todas estas estructuras sin duda alguna son las fisuras, ya de por si el concreto tiende a fisurarse con el paso del tiempo debido a su estado de servicio, sin embargo, y como se evidencia en el presente

proyecto, el puente de la Avenida Boyacá con calle 26, necesita intervención inmediata debido a las múltiples patologías que presenta.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales.**

#### **A) “Determinación y evaluación de las patologías de concreto armado del puente tipo viga Saman y sus elementos estructurales mallares Sullana - Piura abril 2018”.**

Cordova<sup>(3)</sup>

#### **4. RESUMEN Y ABSTRACT.**

Resumen:

En la presente tesis, el siguiente estudio es “Determinación Y Evaluación De Las Patologías De Concreto Armado Del Puente Tipo Viga Samán Y Sus Elementos Estructurales Mallares Sullana-Piura abril 2018”. En dicho puente de concreto armado se logran notar lesiones o fallas patológicas.

Como primer fundamento de la tesis se integra el marco teórico donde se documenta el proceso socio histórico del concepto relacionadas a las distintas fallas o lesiones patológicas que, empleando la inspección visual o experimental, tomando los datos mediante las fichas técnicas proporcionadas por Provías Nacional – MTC. Se ha evaluado la cantidad de 14 elementos del puente, la metodología empleada en la tesis es la que plantea Provías Nacional (SCAP), donde se evalúa los elementos en grados de deterioro, y se llega a la condición global del Puente. Se visualizan las patologías o lesiones como, delaminación de concreto, concentración de polvo, fisuras, grietas, eflorescencia por humedad, entre otras.

El resultado de evaluación del puente Samán es de 2.55 en estado Regular, y los elementos con mayores patologías son la losa y las veredas de concreto armado, y también se está considerando el lecho y margen de Río.

Las conclusiones están basadas en los análisis a cada elemento estructural, así como también las observaciones y recomendaciones que se dan por elemento.

Palabras Clave: evaluación, puentes, patologías.

**B) “Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto de los Elementos Estructurales del Puente Simón Rodríguez, con una Longitud De 423.80 Mts, en el Distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, abril – 2018”.**

Farfán <sup>(4)</sup>.

**RESUMEN**

Esta Investigación , ha tenido como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, en el Distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, el cual nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en dicho puente, En este sentido, la presente tesis tiene como objetivo dar a conocer los métodos y los tipos de daños que sufre el concreto armado en los elementos estructurales del puente y determinar su rango de clasificación.

Esta Investigación incluye una descripción del concreto armado y sus patologías existentes, y mostrar los diferentes tipos de deterioros que se presentan en los elementos estructurales de un puente, sus diferentes causas a través de su construcción a lo largo de los años, así mismo se plantea

además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de Construcción, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso. El estudio de determinación y evaluación consistió en una inspección ocular donde se identificaron las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente. La metodología de la investigación es del tipo, descriptivo, analítico, no experimental y de corte transversal, la cual se utilizó, para el desarrollo adecuado del proyecto, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es: Recopilación de antecedentes preliminares, estudio de observación, seguimiento y aplicación de la ficha de inspección.

Concluyéndose que el 16.06%. de los componentes en los elementos estructurales del puente en estudio, presentan patologías, siendo las patologías que mayor área e incidencia en los elementos, Fisuras, Eflorescencia y Desprendimientos. Obteniéndose así la patología más incidente Fisuras con un porcentaje de 33.05%.

Por lo tanto, el nivel de severidad del puente Simón Rodríguez es Regular (2).

### **2.1.3 Antecedentes Locales.**

**A) “Determinación y evaluación de las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares: Puente Simón Bolívar y Puente confraternidad Internacional Este”.**

Villacorta <sup>(5)</sup>

“En la presente investigación, a partir de la determinación y evaluación de las lesiones patológicas de los puentes vehiculares de Huaraz, se identificó cuan vulnerables se encuentran; con la finalidad de obtener alguna solución para poder extender su vida útil. Las patologías con mayor incidencia fueron las grietas, las oxidaciones, corrosión y faltante de juntas, lo que afecta a la integridad del puente en su conjunto. El mayor grado de daño en lo que respecta a patologías fue el puente confraternidad internacional el más afectado, por ello requiere mejoramiento en los componentes de su estructura”.

**B) “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego de Antapluy entre las progresivas 1 + 000 al 2 + 000 en el centro poblado de Paltay, del distrito de Taricá, provincia de Huaraz, departamento Ancash – 2018”.**

Cano <sup>(6)</sup>

“La metodología que se emplea, se enmarca dentro del enfoque mixto cualitativo - cuantitativo, el tipo de investigación es descriptivo, no experimental y de corte transversal. Se analizó 1 km del canal y se seleccionó 12 unidades muestrales de 09 metros cada una. Se concluye que el 55,98 % de la muestra, presenta alguna de las cinco patologías analizadas con el nivel de severidad severo, uno de ellos pone en riesgo el rebalse del canal porque en ciertos tramos el espesor del sedimento es de 26 cm, por lo cual el canal presentó una “regular” condición de servicio durante la investigación”.

## **2.2. Bases Teóricas De La Investigación.**

### **2.2.1. Definición, Conceptos y tipos de Puente.**

#### **a) Puente**

El MTC <sup>(7)</sup> lo define como “una estructura necesaria para atravesar un obstáculo que se produjo de forma natural o artificial. Es considerado como puente la estructura que posee una luz, entre ejes de apoyo igual o mayor que 6.00 m (20 ft) y que forma parte de una carretera.

#### **a.1) Viaducto**

Según el M.T.C. <sup>(7)</sup> es un puente, generalmente de varios tramos, en vías rápidas de tránsito continuo.

#### **a.2) Pontón**

M.T.C. <sup>(7)</sup> En el Perú se denomina pontón a puentes pequeños que poseen una longitud de 6.00 m y 10.00 m

#### **a.3) Obras de arte menores**

M.T.C. <sup>(7)</sup> Son estructuras u obras que poseen una luz libre menor que 6.00 m (20 ft)

#### **a.4) Longitud del Puente**

Es la Distancia longitudinal entre las juntas de dilatación que se encuentran a los extremos de la superestructura, esto en el caso de puentes de un solo tramo. En el caso en que el puente tuviere varios tramos, la distancia será tomada de entre las juntas de dilatación de los tramos extremos.

- **Longitud del Tablero:** Se refiere a la distancia medida, en el eje longitudinal del tablero o losa, entre los bordes extremos de la losa del tablero.
- **Luz del tramo del Puente:** Es la distancia medida entre los ejes de apoyo de cada tramo que constituye la superestructura de un puente.

• **Luz Libre:** Es la distancia horizontal, libre de cualquier obstáculo, entre las caras verticales de las bases del puente.

• **Luz de Cálculo:** Se refiere a la longitud que se utiliza para realizar el cálculo de la viga, losa y otros elementos estructurales, y se mide mayormente desde los centros de apoyo del elemento estructural que va ser diseñado.

#### **a.5) Calzada del puente**

El M.T.C. <sup>(7)</sup> menciona que “Es la superficie de todo el ancho de la losa destinada al tránsito vehicular, y cuyo ancho se mide en forma perpendicular al eje longitudinal del puente. Puede estar compuesto por una o más carriles, más las bermas.

#### **b) Generalidades**

M.T.C. <sup>(7)</sup> En esta parte se mencionará conceptos y definiciones de los elementos y detalles que posee un puente..

- **Carril:** es una parte de la calzada destinada a la circulación de vehículos en un solo sentido.
- **Acera o Vereda:** Es la parte del puente destinada exclusivamente para la circulación de personas.
- **Ancho del puente:** Es la distancia total de toda la superestructura medida perpendicularmente a eje del puente, e incluye, calzadas, aceras, ciclo vías, barreras y/o barandas.
- **Berma:** es la franja que se encuentra a los laterales y lo largo del puente, el cual sirve como estacionamiento del vehículo en caso de algún problema o emergencia.

- **Gálibo o altura libre:** Es la altura desde el fondo de la superestructura del puente y el nivel de aguas máximas del río. En el caso de un camino, es la distancia vertical entre la menor cota de fondo de las vigas de la superestructura y la cota más alta correspondiente del pavimento del camino sobre el cual cruza.
- **Junta:** Separación establecida entre dos partes contiguas de una obra para permitir su expansión o retracción por causas de las temperaturas ambientales.
- **Junta de Expansión:** Elemento cuyo propósito es permitir las deformaciones longitudinales debidas a cambios de temperatura, o sismos u otras acciones.
- **Desagües:** Son tuberías o elementos que permiten evacuar las aguas pluviales.
- **Dispositivos de Apoyo:** Son elementos sobre los que se apoya el sistema de vigas o losas del tablero y que permite el traspaso de las cargas de la superestructura a la subestructura. Generalmente son metálicos o de elastómeros.
- **Cota de Rasante del Puente:** El MTC se refiere a las cotas de pavimento en el eje de la losa del puente.
- **Cota de Aguas Máximas:** Es la altura o nivel de aguas máximas esperadas para determinar el caudal de diseño.

**c). Partes de un puente.**

Según Fajardo Niño & Viasús Pérez <sup>(8)</sup>, Los puentes está compuesto por dos partes fundamentales que son la superestructura y la Subestructura.

### **c.1) Superestructura**

“Es la parte del puente que recibe directamente la carga viva. Su posición relativa con respecto a la subestructura es variable, pudiendo ser superior intermedia o inferior, compuesta por todos los componentes que se encuentran por encima de los soportes, entre ellos tenemos la carpeta asfáltica, el tablero, los miembros o vigas principales, los miembros o vigas secundarias transversales también denominadas diafragma, riostras laterales, y demás.

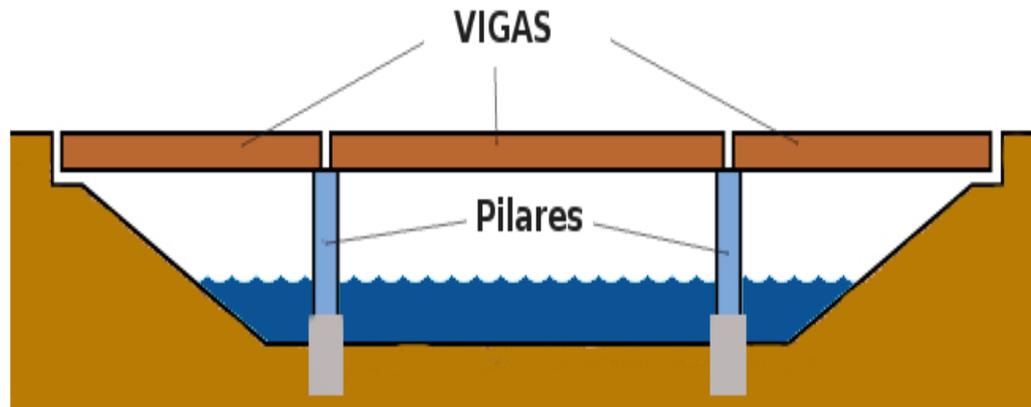
- **Vigas de concreto armado.**

WIKIPEDIA <sup>(9)</sup>

“En ingeniería y arquitectura se denomina viga, palabra proveniente del latín biga, (viga, del latín biga 'carro de dos caballos'), a un elemento estructural lineal que trabaja principalmente a flexión. En las vigas, la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.

El esfuerzo de flexión provoca tensiones de tracción y compresión, produciéndose las máximas en el cordón inferior y en el cordón superior respectivamente, las cuales se calculan relacionando el momento flector y el segundo momento de inercia. En las zonas cercanas a los apoyos se producen esfuerzos cortantes o punzonamiento. También pueden producirse tensiones por torsión, sobre todo en las vigas que forman el perímetro exterior de un forjado. Estructuralmente el comportamiento de una viga se estudia mediante

un modelo de prisma mecánico”.



*Figura 1: Vigas principales de un puente.  
Fuente: Seminario Manrique<sup>(10)</sup>*

- **Diafragma.**

Seminario M.<sup>(10)</sup>

Son vigas transversales a las anteriores y sirven para su arriostramiento. En algunos casos, pasan a ser vigas secundarias cuando van destinadas a transmitir cargas del tablero a las vigas principales.

- **Losas.**

Seminario M.<sup>(10)</sup>

La losa es el elemento estructural que sirve para soportar el tránsito vehicular y peatonal para luego transmitir sus cargas al sistema de vigas. En estos casos la losa es cargada principalmente en la dirección transversal al tráfico.

### **c.2) Subestructura o Infraestructura**

Según Aranis C.<sup>(11)</sup> “La subestructura sirve de apoyo a la superestructura, está conformada por la cimentación, los estribos y las pilas”. “La subestructura, debe poseer toda la resistencia necesaria para poder soportar toda la superestructura, y entre los componentes de la subestructura

tenemos los apoyos ya sean rígidos o flexibles, los pilares, los estribos, y la cimentación o fundación”. La función de las subestructuras es transferir las cargas de la superestructura a las cimentaciones y de estas al suelo. Se distinguen 2 tipos:

- Los «pilares» o «pilas» que son las estructuras de soporte intermedias.
- Los «estribos» que son las subestructuras en los extremos del puente.

- **Estribos.**

El M.T.C. <sup>(7)</sup> menciona que “Los estribos serán dimensionados considerando la función de servir como transición entre el puente y la vía de tránsito principal, además de servir como apoyos de los extremos de la superestructura y como elementos de contención y estabilización de los terraplenes de acceso”.

“Los estribos ligeros serán usados en puentes de dimensiones comunes, existiendo tres situaciones posibles en que pueden ser empleados”:

- “En puentes a ser construidos antes del coronamiento de los terraplenes”.
- “En puentes a ser construidos antes del coronamiento de los rellenos en los cortes”.
- “Cuando los terraplenes de acceso son construidos antes del puente”.

“Los estribos de gran magnitud serán usados en puentes de luces relativamente grandes, que transmiten grandes fuerzas horizontales o con terraplenes altos, ejecutados posteriormente a la construcción del puente.

Los estribos podrán ser de concreto ciclópeo, concreto simple y de concreto armado.”

**d) Clasificación de Puentes Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.**

Según el M.T.C. <sup>(7)</sup> “Los puentes se clasifican de diferentes maneras”:

**d.1) Según la naturaleza de la vía soportada.**

“Se distinguen puentes para carretera, para ferrocarril, para trenes eléctricos de pasajeros, para acueductos, puentes destinados para el tránsito peatonal y los puentes que existen en los aeropuertos; también existen puentes de uso múltiple.”

**d.2) Según el material.**

“Existen puentes de rocas, madera, sogas, hierro, acero, concreto armado, concreto pre esforzado, y últimamente de materiales compuestos (fibras de vidrio, fibras de carbón, etc.). Para clasificar los puentes se debe considerar los materiales constitutivos de los elementos portantes principales.”

**d.3) Según el sistema estructural principal.**

“Los puentes se clasifican en las siguientes tres grandes categorías: los puentes tipo viga, los puentes tipo arco, y los puentes suspendidos.

- **Los puentes tipo viga.** “Pueden ser de tramos simplemente apoyados, tramos isostáticos tipo gerber o cantiléver, tramos hiperestáticos o continuos. En los puentes tipo viga, el elemento portante principal está sometido fundamentalmente a esfuerzos de flexión y cortante”.
- **Los puentes en arco.** “Son de diversas formas como por ejemplo de tablero superior, de tablero intermedio y de tablero inferior, de tímpano ligero o de tímpano relleno o tipo bóveda”.

- **Los puentes pórtico** pueden ser considerados un caso particular de los puentes tipo arco, existen con columnas verticales y con columnas inclinadas.
- **Los puentes suspendidos.** Pueden ser colgantes, atirantados o una combinación de ambos sistemas.”

**d.4) De acuerdo a la geometría en planta.**

“Tenemos los puentes rectos, esviajados o curvos”.

**d.5) De acuerdo a la posición respecto a la vía considerada**

“Se clasifican como pasos superiores y pasos inferiores”.

**d.6) Según el tiempo de vida previsto**

“Los puentes se clasifican en puentes definitivos y en puentes temporales.

- **Puentes Definitivos.** “Estos puentes deben ser diseñados para poder tener una vida en servicio de 75 años.”.
- **Puentes Temporales.** Son puentes utilizados por un límite de tiempo no mayor de 5 años.
- **“Según la demanda de tránsito y clase de la carretera,** El puente es clasificado de acuerdo a la demanda de tránsito ya sea de 1ra. Clase, de 2da. Clase, de 3ra de acuerdo u otro tipo el cual está dispuesto en D Manual e Diseño Geométrico 2018”.

**e) Clasificación del puente basándonos en la importancia operativa.**

Se clasifican en puentes importantes, puentes típicos y puentes relativamente menos importantes.

**f) Clasificación para fines del Diseño Sísmico.**

“Para fines del diseño sísmico de los puentes, el Propietario deberá clasificar el puente en una de las tres categorías siguientes según su importancia:

- Puente Críticos,
- Puentes Esenciales, u otros puentes”.

**f.1) Puentes esenciales.**

El M.T.C. <sup>(7)</sup> afirma que “son aquellos puentes que deberían, estar abiertos para vehículos de emergencia inmediatamente después de un sismo, y debe ser diseñado para un periodo de retorno de 1000 años”.

**f.2 Puentes Críticos.**

El M.T.C. <sup>(7)</sup> afirma que este tipo de puentes, deben cumplir con su función y servicio al tránsito de todo tipo de vehículos, además deben poder ser utilizados por vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después de un sismo y deben ser diseñados con un periodo de retorno de 2500 años.

**f.3 Otros puentes. Los puentes que no son Críticos ni Esenciales.**

“De acuerdo a esta clasificación se deberá considerar los efectos sísmicos según lo especificado en el Art. 2.4.3.11.6 del Manual de Puentes”.

**g) Según el sistema de construcción pueden ser.**

- “Puente Segmentales
- Puente Lanzados
- Puente sobre Obra Falsa.
- Puente Prefabricado”.

#### **h) Elemento Estructural.**

Según Oseguera L, et al. <sup>(12)</sup>. “Un elemento estructural es cada uno de los miembros diferenciados, aunque unidos puede ser dividida con la finalidad de realizar el diseño.

#### **i) Materiales.**

El M.T.C. <sup>(7)</sup> menciona que “Los materiales deberán satisfacer las especificaciones de las normas indicadas en este Manual de Diseño, tal como se especifica en el Capítulo 2.5 (5.4 AASHTO). El uso de un material para el cual no exista normalización alguna, deberá ser autorizado por la entidad competente durante la fase del anteproyecto”.

##### **i.1) El concreto.**

Es la combinación entre el cemento portland, los agregados y agua en medidas optimas que nos permita obtener una mezcla homogénea y una resistencia óptima a compresión.

El M.T.C. <sup>(7)</sup> menciona que “El concreto empleado en la construcción de puentes debe ser dosificado y controlado, conforme a lo establecido en el Art. 2.5.4 (5.4.2 AAHSTO) y, de esta norma de referencia. En el proyecto se deberá especificar la resistencia, característica necesaria para atender todas las solicitudes durante el tiempo de vida útil previsto.

Además, deberán ser indicados el diámetro máximo del agregado, relación agua-cemento y otras características que garanticen una durabilidad y apariencia adecuadas para el concreto. Los materiales componentes del concreto; cemento, agregados, agua y, eventualmente, aditivos, deberán cumplir con las especificaciones de las Normas Técnicas Peruanas (NTP).

Las resistencias que se especifiquen se consideran mínimas de tal forma que sean siempre respetadas durante las etapas de diseño y construcción de las obras. La adopción de los valores indicados debe ser hecha luego de haber verificado la posibilidad de obtención de las resistencias especificadas”.

*Figura 2: Concreto Armado.*



*Fuente: Ministerio Transportes, <sup>(7)</sup>*

### **i.2) El acero corrugado.**

Cárdenas <sup>(13)</sup>. afirma que “este tipo de acero es de sección redonda con la superficie rugosa, o con resaltes, que permite la adherencia del concreto al ser usado para la construcción.

*Figura 3: Acero en Puentes*



*Fuente: Cárdenas O. 2016<sup>(13)</sup>*

**j) Cargas y combinaciones de cargas.**

Según el M.T.C. <sup>(7)</sup>: “Las cargas pueden ser divididas en dos grandes grupos: cargas permanentes y cargas transitorias (cargas de vehículos, peatonales, de fluidos, de sismo, de hielo y de colisiones). Adicionalmente, dependiendo del tipo de estructura pueden presentarse otras fuerzas como las debidas al creep, al shrinkage, o al movimiento de los apoyos de la estructura. Los estados límites de diseño de resistencia, servicio, evento extremo y fatiga con sus correspondientes combinaciones de carga”.

❖ **Cargas permanentes.**

Las cargas permanentes incluyen:

- ✓ Carga muerta de elementos estructurales y elementos no estructurales unidos (DC).
- ✓ Carga muerta de revestimiento y accesorios (DW).

Los elementos estructurales son los que son parte del sistema de resistencia. Los elementos no estructurales unidos se refieren a parapetos, barreras, señales, etc.

En caso de no contar con las especificaciones técnicas o manuales que dan información precisa del peso, se pueden usar los pesos unitarios de AASHTO. La carga muerta de la superficie de revestimiento (DW) puede ser estimada tomando el peso unitario para un espesor de superficie.

Tabla N° 03: Pesos Unitarios

#### ❖ **Cargas transitorias.**

Las cargas que estudiaremos a continuación comprenden las cargas del tráfico vehicular, del tráfico peatonal, de fluidos, de sismo, de hielo, de deformaciones y las causadas por colisiones.

### **2.2.2 Patología.**

#### **a) Definición**

PUENTE C. <sup>(14)</sup>.

Patología procede del griego “pathos” enfermedad y “logos” estudio. La Patología Constructiva se define como la rama de la ciencia y técnica de la construcción que estudia los problemas en edificios y obras públicas o alguna de sus unidades después de la ejecución.

La Patología de Estructuras puede considerarse como parte de la patología constructiva dedicada al estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas que se presentan en las edificaciones, analizando el origen o las causas y consecuencias de ellos para que, mediante la formulación de procesos, se

generen las medidas correctivas para lograr recuperar las condiciones de desempeño de la estructura. Entonces la Patología puede ser definida como parte de la Ingeniería que estudia los síntomas, los mecanismos, las causas y los orígenes de los defectos de las obras civiles, o sea, es el estudio de las partes que componen el diagnóstico del problema.

## **b). Clases de patologías.**

En esta parte se estudiará las patologías encontradas en el puente Mullaca. Broto C. <sup>(15)</sup>. En líneas generales, se pueden dividir en tres grandes familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico: físicas, mecánicas y químicas.

### **b.1) Lesiones Físicas.**

Ortega & Quintero <sup>(16)</sup> aseveran que: “Las lesiones físicas son producto de la variación del volumen del concreto, esto debido a los cambios de humedad y/o de temperatura.

#### **❖ Erosión:**

Calavera <sup>(17)</sup> afirma que “es el desgaste de material producido en la superficie de un material o cuerpo por el frotamiento de otro.

### **b.2) Lesiones Mecánicas.**

Broto <sup>(15)</sup> define como lesión mecánica a aquella en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgastes, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos.

Dentro de este tipo de patologías encontramos:

#### **❖ Fisuras:**

Broto <sup>(15)</sup> menciona que son aberturas longitudinales que afectan solo la superficie de un elemento constructivo.

**Fisuras de retracción plástica:** Sánchez <sup>(18)</sup> Menciona que, en comparación a otras fisuras, son cortas, poco profundas y erráticas, que pueden aparecer en el proceso de fraguado del concreto, sobre todo durante los trabajos de terminación en días que hace viento.

**Fisuras por asentamiento plástico:** Sánchez <sup>(18)</sup> Mayormente éstas se producen debido a un exceso de exudación el cual genera una importante disminución en el volumen de concreto en estado fresco.

**Fisura por retracción hidráulica:** Sánchez <sup>(18)</sup> menciona que estas fisuras son ocasionadas por la contracción por secado, también conocida como retracción hidráulica, es producido debido a la disminución de volumen que experimenta el concreto endurecido, cuando está expuesto al aire con humedad no saturada. En otras palabras, es producido por las reacciones químicas propias del concreto y a la reducción de la humedad.

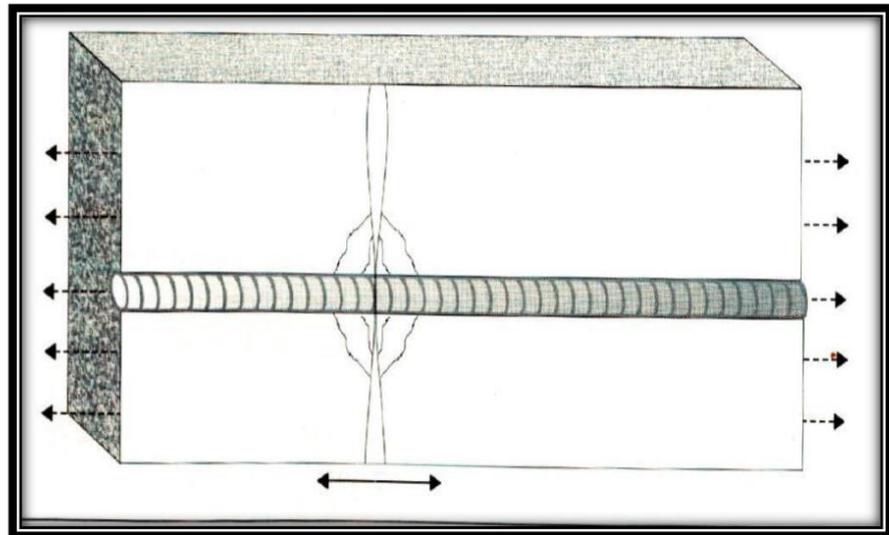
❖ **Grietas:**

Broto (15) menciona que son aberturas longitudinales que afectan todo el espesor de un elemento constructivo.

**Grietas por tracción pura.**

Sánchez <sup>(18)</sup> menciona que 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.

*Figura 4 Grietas a consecuencia de la tracción pura.*

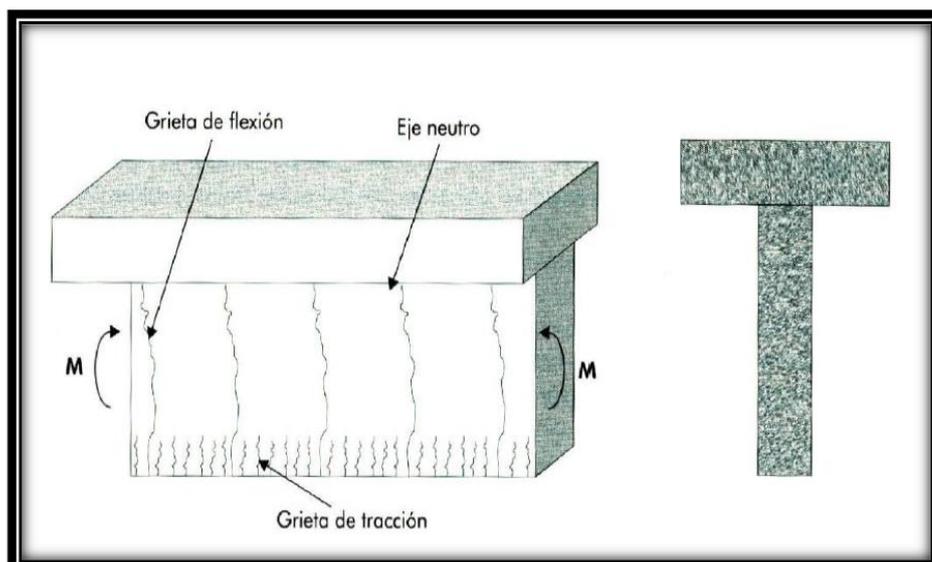


*Fuente: Sánchez<sup>(18)</sup> Durabilidad y Patología del Concreto.*

### **Grietas por flexión.**

Sánchez<sup>(18)</sup> afirma que una viga, una losa o un muro sometido a esfuerzos de flexión presentan una deformación por pandeo del elemento, por lo que 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 los cuales se extienden hasta llegar al eje neutro de la sección y grietas por tracción.

*Figura 5: Grietas producto a la flexión y tracción de un elemento sometido a esfuerzo de flexión.*

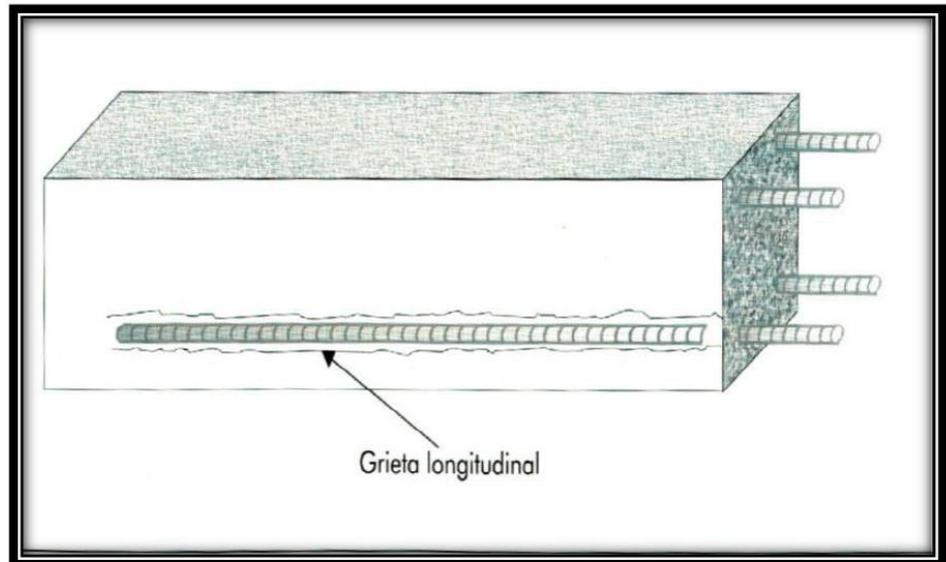


Fuente: Sánchez<sup>(18)</sup> *Durabilidad y Patología del Concreto*.

### Grietas longitudinales.

Sánchez<sup>(18)</sup> asevera que estas grietas se forman a lo largo de la dirección de las barras, y la causa es el fenómeno de retracción plástica o de asentamiento plástica también pueden originarse por falta de la adherencia del concreto al acero. Esta situación de es común en estructuras bien calculadas y construidas. Ocasionalmente, durante la construcción se impregna de aceites, bentonita o tienen oxido suelto esto hace que el concreto no se adhiera al acero.

Figura 6: Grietas longitudinales debido a la no adherencia del concreto al acero.

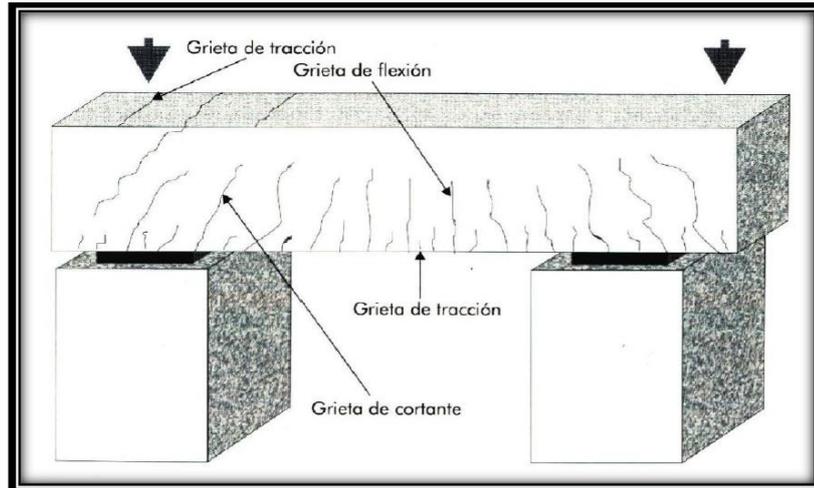


*Fuente: Sánchez <sup>(18)</sup> Durabilidad y Patología del Concreto.*

### **Grietas por cortante.**

Sánchez <sup>(18)</sup> nos dice que en el caso de vigas y losas sometidas a esfuerzos de cortantes la deformación que ocurre puede causar las llamadas grietas de cortante que aparecen cercanos a los apoyos. El ángulo entre grietas inclinadas y el eje de la viga, es de aproximadamente  $45^\circ$  (zona de máximo cortante y mínimo momento de flexión por cargas verticales) algunas veces si existe fisura de tracción en la parte superior de la viga, están tienden a unirse con las grietas cortantes.

*Figura 7 Grietas a causa de cortante, flexión y tracción de vigas de concreto reforzado.*

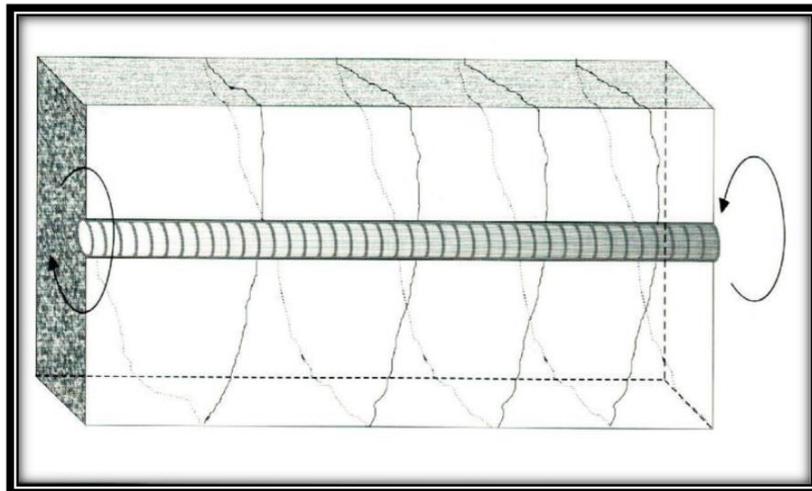


Fuente: Sánchez <sup>(18)</sup> Durabilidad y Patología del Concreto.

### Grietas por torsión.

Sánchez <sup>(18)</sup>. Estas vigas aparecen mayormente en estructuras como la viga.

Figura 8: Patrón de grietas por torsión en una viga prismática.

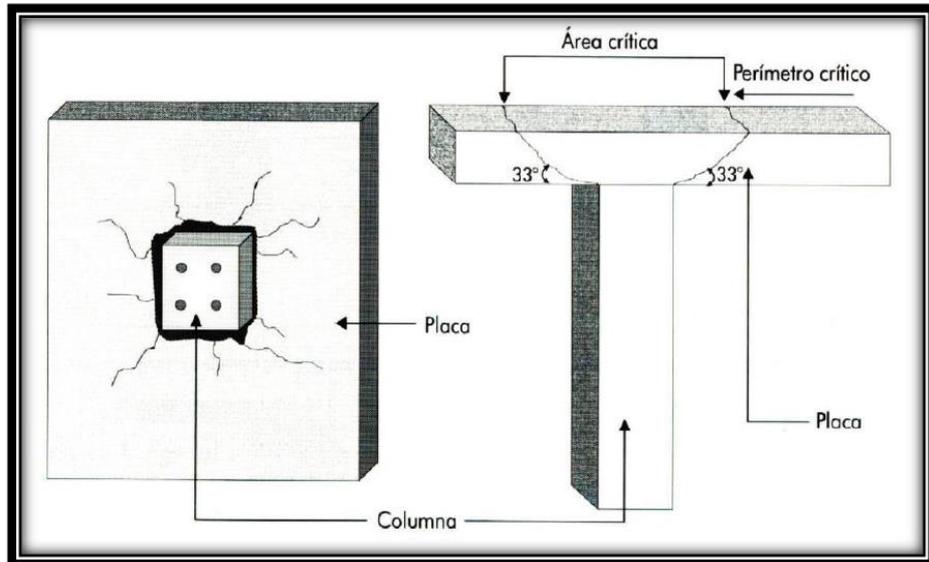


Fuente: Sánchez <sup>(18)</sup> Durabilidad y Patología del Concreto.

### Grietas por punzonamiento.

Según Sánchez <sup>(18)</sup> estas grietas son producidas debido a que una determinada estructura es sometida bajo una fuerza axial con un área muy pequeña.

Figura 9: Patrón de falla local por aplastamiento debido a una carga concentrada en una columna.

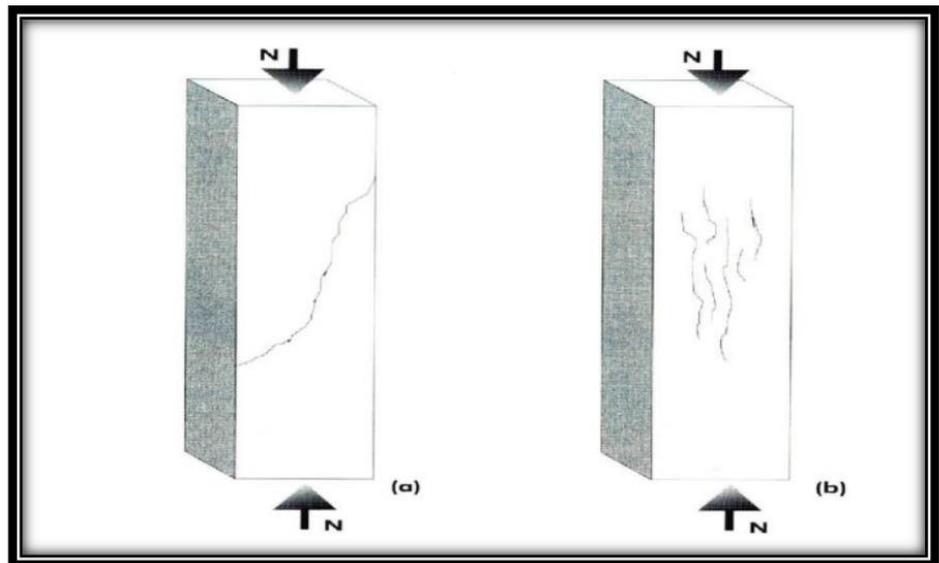


Fuente: Sánchez (18) *Durabilidad y Patología del Concreto*.

### Grietas por compresión simple.

Sánchez <sup>(18)</sup>. “son producidos debido a que la fuerza de compresión rebasa la resistencia de la estructura.

Figura 10: Falla debido a la compresión simple en columnas..



Fuente: Sánchez (18) *Durabilidad y Patología del Concreto*.

❖ **Desprendimiento:**

Broto<sup>(15)</sup>. Es la separación entre un material de acabado y el soporte al que está aplicado por falta de adherencia entre ambos, y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas. Los desprendimientos afectan tanto a los acabados continuos como a los acabados por elementos.

❖ **Fenómeno de la Socavación en Puentes:**

Enciso<sup>(19)</sup> menciona en su tesis citando a otro autor que el fenómeno de la socavación es la profundización del cauce de un lecho resultado de la acción del flujo del agua y que la socavación puede ser general y local. **La socavación local**, como fenómeno hidráulico, se origina en movimientos vorticosos que ocurren al pie de determinadas estructuras hidráulicas, como un pilar y estribo de puente, o en la descarga de un vertedero.

**La socavación generalizada**, o degradación, se produce a lo largo y ancho de un cauce fluvial. La degradación del cauce es extensa y progresiva.

En general el estudio de la erosión o socavación local no es sencillo es un fenómeno tridimensional, inpermanente, en el que hay una gran interacción entre la corriente y el lecho que está siendo erosionado. La profundidad de erosión es variable hasta que llegue a su valor máximo, el que se presenta cuando la velocidad de la corriente disminuye hasta hacerse igual a la velocidad crítica de iniciación de

movimiento de los sólidos. La hidráulica Experimental es muy importante para el estudio de la erosión.

La erosión es un fenómeno que se desarrolla con el tiempo hasta llegar a una situación de equilibrio. Mientras el estribo interrumpe el proceso natural de degradación la fosa local, por la generación de corrientes que la profundizan hasta llegar a una profundidad de equilibrio de acuerdo a las dimensiones de los sólidos del cauce.

Para tener mayor conocimiento y detalles sobre este tema, veamos las siguientes ilustraciones y nomenclaturas extraídas de la publicación de Slid Share como capítulo 03 cálculo de la socavación en puentes.

Nomenclatura y significado:

$D_T$  = profundidad de socavación total

$D_s$  = profundidad de socavación general por contracción u otras causas

$d_s$  = profundidad de socavación local en pilas o en estribos

$H_s$  = profundidad del agua después de ocurrida la socavación por contracción medida desde el NAME hasta el fondo del cauce socavado.

$h$  = profundidad del agua antes de la socavación medida en una línea vertical desde el NAME hasta el fondo del cauce original

$H_T$  = profundidad del agua después de ocurrida la socavación por contracción y la socavación local medida desde el NAME hasta el fondo del cauce socavado

$NAME$  = nivel de aguas máximas extraordinarias

$a$  = ancho de la pila

$a'$  = ancho proyectado de la pila

$l$  = longitud de la pila

$\varphi$  = ángulo de ataque del flujo sobre la pila

$a_c$  = ancho de la cimentación

$l_c$  = longitud de la cimentación

$L$  = longitud del estribo o de los terraplenes de aproximación al puente  
que se opone al paso del agua.

$\theta$  = ángulo de ataque del flujo sobre el estribo

$V$  = velocidad del flujo

$$a' = l \sin \varphi + a \cos \varphi$$

*La profundidad del lecho socavado es:*

$$D_T = D_s + d_s$$

$$D_s = H_s - h$$

$$d_s = H_T - H_s$$

$$B_e = B - na'$$

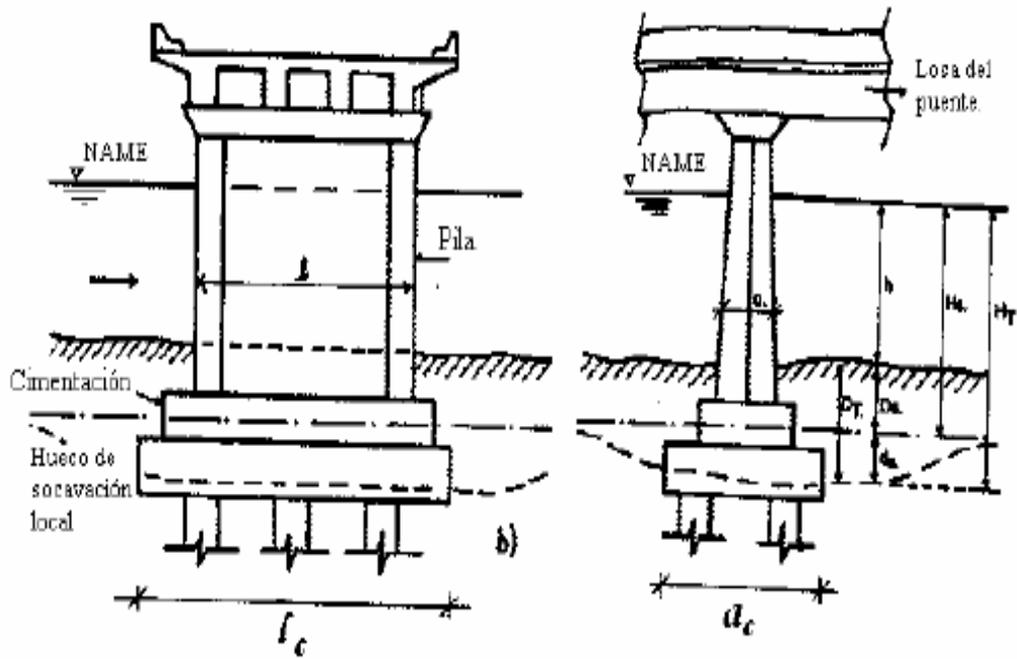
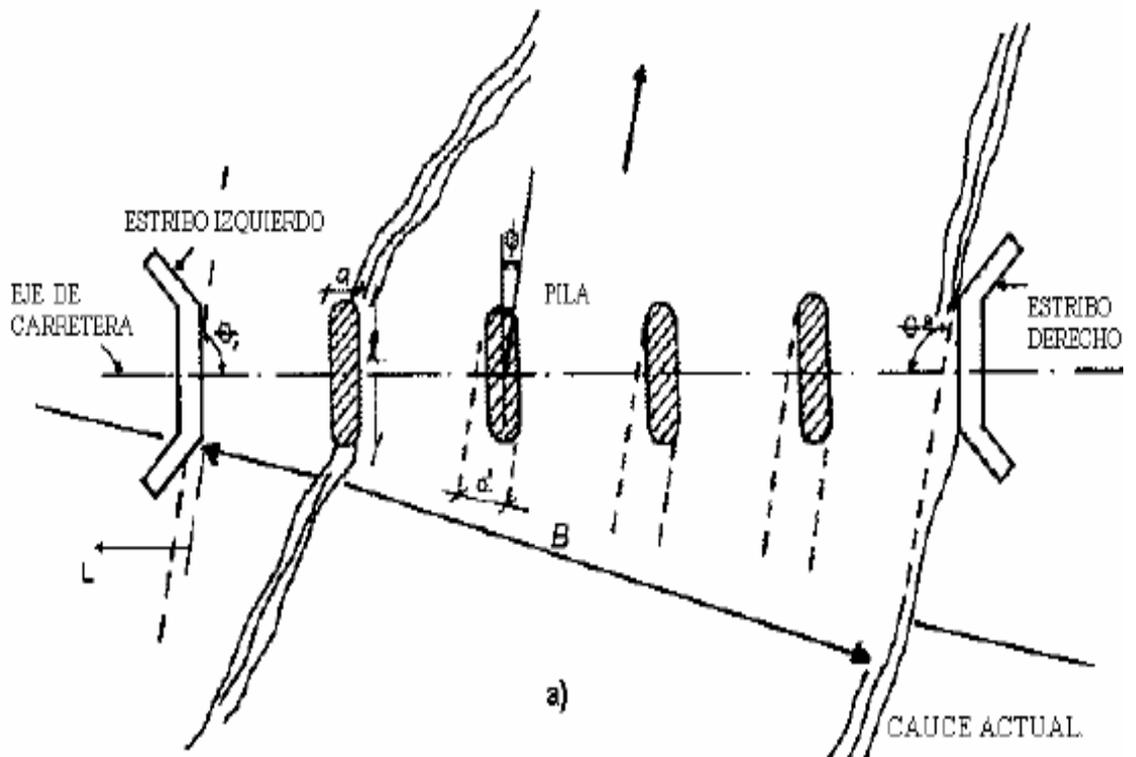
$B_e$  = ancho efectivo del cauce descontando el ancho de las pilas si el ángulo de ataque del flujo al puente es nulo, o el ancho proyectado de las pilas en sentido normal a la corriente si el puente está sesgado

$B$  = ancho total del cauce

$n$  = número de pilas.

*Figura 11 Nomenclatura típica para el cálculo de la socavación.*

*a) Vista en planta. b) Vista longitudinal. c) Vista de frente.*



- Lecho del cauce original
- Perfil de socavación por contracción
- Perfil de socavación total

Fuente: Extracción de una publicación en Slid Share.

- **Cálculo de la socavación local en estribos**

Algunos métodos existen para la determinación de la socavación local en estribos: Liu, Chang y Skinner, Laursen, Artamonov, Froehlich, HIRE y Melville. Sin embargo, la incertidumbre existente con relación a la aplicabilidad y a los resultados de las ecuaciones es mayor que para pilas.

Todas las ecuaciones existentes tienen limitaciones de tipo práctico. Por ejemplo, las ecuaciones han sido desarrolladas para cauces de lecho arenoso y no tienen en cuenta la posibilidad de acorazamiento. Las ecuaciones para el cálculo de la socavación en estribos se basan en información de laboratorio y muy poca información de campo existe para su verificación. Casi todas las ecuaciones dan valores muy conservadores de socavación debido a que consideran que el estribo está en el cauce principal formado por lechos aluviales y a que asumen que el caudal de agua obstruido es proporcional a la longitud del estribo, lo que es raro que ocurra en la realidad.

El ingeniero diseñador debe determinar la ecuación que se ajusta mejor a las condiciones de un puente dado.

Como se vio en el Capítulo 1 de la Parte IV sobre Conceptos Básicos de Socavación en Puentes, la socavación en los estribos depende de la forma del estribo, las características del sedimento, la forma de la sección transversal, la profundidad del flujo en el cauce principal y en las laderas del estribo, el caudal que es interceptado por el estribo y

retorna al cauce principal, el alineamiento del cauce, el tiempo de duración de la creciente, etc., factores que no se reflejan debidamente en las ecuaciones existentes.

Para determinar cómo afecta la socavación tomaremos como fuente

### **b.3) Lesiones Químicas:**

Rivva <sup>(20)</sup>. Las patologías que se encuentran dentro de las lesiones químicas son: El ataque de ácidos, la lixiviación por aguas blandas, la carbonatación. La formación de sales expansivas o ataques de sulfatos, eflorescencias y la expansión destructiva de las reacciones álcali agregado. Además, 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 destrucción del material.

Dentro de este tipo de patologías encontramos:

#### **❖ Eflorescencia:**

Según Monjo <sup>(21)</sup>. La eflorescencia es producida por “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”.

❖ **Corrosión:** Monjo <sup>(21)</sup>. Afirma que “la corrosión es la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal como consecuencia de la aparición de una pila electroquímica, en presencia de un electrolito de un electrolito, en la que el metal en cuestión actúa como ánodo a favor del polo positivo (cátodo)

electrones que acaban deshaciendo moléculas lo que se convierte en la pérdida de material.

También menciona que existe el mecanismo de corrosión del concreto el cual, una vez se ha desencadenado esta se manifestara de la siguiente manera.

**Afectará el acero de refuerzo**, con una reducción de su diámetro inicialy por lo tanto también su resistencia mecánica.

**Afectará el concreto**, ya que al acumularse de óxido expansivo en la interface acero-concreto produce fisuras y desprendimientos.

**Afectará la adherencia.**

*Figura 12: Corrosión en columnas y vigas.*



*Fuente: Sánchez (18) Durabilidad y Patología del Concreto.*

### c. Clasificación de fisura y grieta

La fisura es un camino corto para las grietas donde se clasificarán según los autores.

Según M.Sc. Ing. Carlos Córdova Rojas en su ponencia titulado “Evaluación, rehabilitación y reforzamiento estructural” concluye:

❖ Ancho  $\leq 0.30\text{mm}$  = Fisura

❖ Ancho  $> 0.30\text{mm}$  = Grieta

Para el autor (Perez Valcarcel, 2006, pág. 1) (26) clasifica:

*Cuadro 1 Clasificación de fisuras y grietas*

Ítem	Clasificación	Descripción
0	Microfisuras: $e < 0,05$ mm	En general carecen de importancia
1	Fisuras: $0,1 < e < 0,2$ mm	En general son poco peligrosas, salvo en ambientes agresivos, en los que pueden
2	Macrofisuras $0,2 < e > 0,4$ mm	Estas son las fisuraciones que pueden, tener repercusiones estructurales de importancia
3	Grietas: $0.4 < \text{ancho} < 1.0$ mm	Existe reducción en la capacidad sismorresistente. Debe desocuparse el edificio, proceder a una rehabilitación temporal
4	Fractura: $1.0 < \text{ancho} < 5.0$ mm	Existe una reducción importante en la capacidad sismo resistente. Deberá procederse a una evaluación definitiva urgente, para determinar si se procede a la demolición
5	Dislocación: ancho $> 5.0$ mm	

*Fuente: Pérez Valcárcel, Juan, Patología de Estructuras de Hormigón Armado, pagina 01.*

Según el Ing. Ricardo Castellanos Araujo de la universidad San Salvador, publicado el 20 de enero de 2001 en su ponencia “Evaluación Preliminar de Daños” concluye:

- ❖ Fisuras: ancho  $< 0.4$  mm.
- ❖ Grietas:  $0.4 < \text{ancho} < 1.0$  mm.
- ❖ Fractura:  $1.0 \leq \text{ancho} < 5.0$  mm
- ❖ Dislocación: ancho  $> 5.0$  mm.

Por Todor Márkov, Juan Barriero y Santiago Fernández Peña en su publicación “La fisuración: un problema fundamental del hormigón armado” con código C.D.U.: 69132853922192 con concluye:

- ❖ Muy pequeñas (estrechas) totalmente no peligrosas, llamadas frecuentemente Microfisuras, cuando la abertura o ancho es menor de 0,1 mm.
- ❖ Pequeñas o no peligrosas, cuando la abertura llega a 0,2 mm.
- ❖ Admisibles o poco peligrosas, cuando el ancho llega a 0,3 mm.
- ❖ Causantes de la oxidación de la armadura, es decir, peligrosa o no admisibles, cuando el ancho es mayor de 02 mm.
- ❖ Destructivas o muy peligrosos para la seguridad y la resistencia de la estructura, cuando la abertura sobrepasa valores de 1 a 1,5 mm.

#### **d. Descripción del Nivel de severidad según M.T.C.**

M.T.C. <sup>(22)</sup>.

El informe de Inspección incluirá los datos de inventario del sistema estandarizado, adaptado a procesos de computadora y un factor numérico que represente la calificación de la condición en que se encuentra el puente con un valor entre 1 a 5, de acuerdo con los criterios señalados en el cuadro adjunto.

Cuadro 2: Nivel de Condición de un Puente según el Ministerio de transportes y comunicaciones.

Calificación	Descripción de la Condición
0	<b>Muy bueno :</b> No se observa problemas
1	<b>Buena:</b> Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
2	<b>Regular:</b> Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	<b>Mala:</b> La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	<b>Muy Mala:</b> Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. – Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto – La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura. – Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado .
5	<b>Pésimo:</b> Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. – Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura – El puente se cierra al tráfico, pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.

Fuente: Guía Para Inspección de Puentes del MTC <sup>(22)</sup>.

#### e) Descripción del nivel de severidad de una socavación.

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT)2007 <sup>(23)</sup> menciona que como parte del procedimiento de inspección de puentes se cuenta con una hoja de inspección (formulario-6), donde se califica el grado de deterioro del puente tomando en cuenta la condición en que se encuentran los diferentes elementos que componen los accesorios, la superestructura y la subestructura. Cada uno de estos elementos se evalúan según el grado de daño que presentan en una escala progresiva, es decir, por ejemplo, el número 1 significa que no existen daños y el número 5 que hay gran deterioro en el elemento.

A continuación, se enuncian y describen los diferentes tipos de deterioro que se pueden encontrar para cada uno de los elementos y la calificación del grado de daño asociada.

*Tabla 1: Grado de daño por socavación en la fundación*

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	No se observa socavación.
<b>2</b>	No aplica.
<b>3</b>	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.
<b>4</b>	No aplica.
<b>5</b>	Aparece socavación por la fundación

*Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT)2007<sup>(23)</sup>*

*Tabla 2: Grado de daño por socavación en la fundación*

<b>Grado de daño</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	No se observan grietas
<b>2</b>	El espesor de la grieta es menor a 5.0mm
<b>3</b>	El espesor de la grieta está entre 5.0 y 10.0 mm
<b>4</b>	Se observan grietas en red
<b>5</b>	Se observan grietas en red y en algunas partes hay desprendimiento del concreto

*Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT)2007<sup>(23)</sup>*

**f). Descripción del nivel de severidad:**

El nivel de severidad fue tomado de una tesis reciente el cual esta detallado en la siguiente tabla.

*Tabla 3: Nivel de severidad de patologías.*

Patología	Tipos	Nivel de severidad	Indicador de nivel de severidad
Mecánica	Grietas	Leve	Ancho de abertura menor o igual a 2 mm. (Vidal C. 2017). <sup>21</sup>
		Moderado	Ancho de abertura mayor a 2 mm y menor o igual 3 mm.
		Severo	Ancho de abertura mayor a 3 mm,
	Fisuras	Leve	Ancho de abertura menor o igual a 0.05 mm. (Vidal C. 2017). <sup>21</sup>
		Moderado	Ancho de abertura mayor a 0.05 mm y menor o igual 1 mm.
		Severo	Ancho de abertura mayor a 1 mm,
Física	Degradación	Leve	Elemento afectado menor o igual 12.5 mm. (Vidal C. 2017). <sup>21</sup>
		Moderado	Elemento afectado mayor 12.5 y menor o igual 25 mm de su espesor.
		Severo	Elemento afectado mayor a 25 mm a más de su espesor.
Química	Eflorescencia	Leve	Aparición leve de humedad, con pequeñas cristalizaciones de las sales hasta menor o igual 5%. (Flores L. 2016). <sup>22</sup>
		Moderado	Humedad y cristalización de sales considerables, afectando la integridad del elemento mayor a 5% y menor o igual hasta el 20%
		Severo	Exceso de humedad y cristalización de sales, dando lugar a erosiones y desintegración del elemento mayor 20%
Biológico	Musgos	Leve	Aparición de musgos es esencialmente química, resultado de la acidez de raíces y retención de Humedad en la superficie de los elementos. (Broto C.2006). <sup>15</sup>
	Mohos	Leve	Aparición de pequeñas manchas, cambio de color y retención de Humedad en la superficie de los elementos.

Fuente: Celestino<sup>(24)</sup>

### 2.2.3 Índice medio diario anual según el MTC.

El IMDA según el ministerio de transporte y comunicaciones representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica y nos reportó que para el año 2006 en el tramo Huaraz-Carhuaz fue de 2041 vehiculos de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 4: Índice medio diario anual (IMDA) 2006.



**ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL, POR TIPO DE VEHÍCULO, SEGÚN TRAMOS VIALES**  
Año 2006

**OGPP-DINV**

Tramo		Ruta	IMD	Tipo de Vehículo															
Inicio	Fin			Auto	SW	PickUp	Panel	Combi	Micro	Bus		Camión			Semi Trayer				
										2E	3E	2E	3E	4E	2S1 y 2S2	2S3	3S1 y 3S2	>=3S3	
CHAVINILLO	LA UNIÓN	R-03N	173	97	0	24	0	9	0	23	0	18	2	0	0	0	0	0	0
LA UNIÓN	DV. ANTAMINA	R-03N	54	4	0	10	0	25	3	1	0	11	0	0	0	0	0	0	0
DV. ANTAMINA	DV. CHIQUIAN (EMP. R-03C)	R-03N	63	22	0	16	0	0	10	4	0	7	4	0	0	0	0	0	0
DV. CHIQUIAN (EMP. R-03C)	MOJÓN	R-03N	63	22	0	16	0	0	10	4	0	7	4	0	0	0	0	0	0
MOJÓN	CONOCOCHA	R-03N	113	23	17	23	0	4	20	10	0	12	4	0	0	0	0	0	0
CONOCOCHA	CATAC	R-03N	619	59	144	92	4	12	13	68	59	74	31	1	2	3	1	56	
CATAC	RECUAY	R-03N	1182	61	332	134	51	219	24	97	57	98	55	1	0	1	2	50	
RECUAY	HUARAZ	R-03N	1182	61	332	134	51	219	24	97	57	98	55	1	0	1	2	50	
<b>HUARAZ</b>	<b>CARHUAZ</b>	<b>R-03N</b>	<b>2041</b>	<b>141</b>	<b>556</b>	<b>187</b>	<b>44</b>	<b>811</b>	<b>2</b>	<b>74</b>	<b>12</b>	<b>158</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	
CARHUAZ	YUNGAY	R-03N	2710	89	1566	181	30	599	11	42	13	159	14	0	0	1	0	5	
YUNGAY	CARAZ	R-03N	808	55	255	67	36	305	14	7	1	63	5	0	0	0	0	0	
CARAZ	HUALLANCA	R-03N	80	0	20	14	0	12	0	5	0	23	6	0	0	0	0	0	
HUALLANCA	YUNGAYPAMPA	R-03N	54	0	20	8	0	9	0	4	0	8	5	0	0	0	0	0	
YUNGAYPAMPA	TRES CRUCES	R-03N	22	0	1	1	0	0	0	6	0	11	3	0	0	0	0	0	
TRES CRUCES	CORONGO	R-03N	5	0	0	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
TAUCA	CABANA	R-03N	35	1	0	13	0	0	2	6	0	12	1	0	0	0	0	0	
CABANA	PALLASCA	R-03N	35	1	0	13	0	0	2	6	0	12	1	0	0	0	0	0	
PALLASCA	SANTIAGO DE CHUCO	R-03N	5	0	0	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
SANTIAGO DE CHUCO	SHOREY	R-03N	31	0	0	3	0	0	0	16	0	10	2	0	0	0	0	0	
SHOREY	HUAMACHUCO	R-03N	183	0	0	31	0	0	0	35	0	63	54	0	0	0	0	0	
HUAMACHUCO	SACSACOCHA	R-03N	133	0	0	27	0	0	0	28	0	26	52	0	0	0	0	0	
SACSACOCHA	CAJABAMBA	R-03N	77	2	1	4	0	19	4	7	0	37	2	1	0	0	0	0	

FUENTE: MTC. 2006<sup>(23)</sup>

#### 2.2.4 Técnicas y métodos de reparación de daños y lesiones en concreto.

Hoy en día en el Perú y en el mundo existen empresas, tecnologías y herramientas dedicadas a la reparación de puentes y elementos estructurales que han fallado, entre ellos tenemos:

**A). Para la reparación de desprendimientos,** existe un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas y es usado como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido de acuerdo a su ficha técnica.

**B) Fibra de carbono:** la fibra de carbono, un polímero 10 veces más resistente a la tracción que el acero (35,500 kg/cm<sup>2</sup> vs. 4,200 kg/cm<sup>2</sup>) y mucho más liviano. La fibra de carbono es un polímero que se obtiene al calentar sucesivamente a altas temperaturas -hasta 1500°C- otro polímero llamado poliacrilonitrilo. Este proceso de recalentamiento da lugar a la formación de unas cintas perfectamente alineadas de casi carbono puro en su forma de grafito, por ello su nombre de fibras de carbono. Esta tecnología nos brinda lo siguiente:

- Resistencia a la tracción de la superficie del concreto.
- Uniformidad y espesor de la capa de adhesivo.
- Resistencia y perfecta reacción química del sistema epóxico de adhesión.
- Geometría del elemento por reforzar.
- Condiciones ambientales en el momento de la aplicación.

**C). Para reparar, unir o rellenar grietas,** existe la Masilla epóxica bicomponente. Se utilizan además en anclaje de fierros, pernos,

soportes, tirantes y maquinarias, reparación de aristas y superficies tipo concreto cara vista. Adherencia incluso en superficies húmedas, buena resistencia química contra el agua, aceite, gasolina, soluciones salinas, ácidos y álcalis diluidos, así como aguas residuales.

**D). Gaviones:** Los gaviones son paralelepípedos rectangulares a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación.

Se colocan a pie de obra desarmados, y son rellenos con piedra de canto rodado o piedra chancada con determinado tamaño y peso específico. Como las operaciones de armado y relleno de piedras no requieren de ninguna calificación especial, el empleo de gaviones permite ejecutar obras que de otro modo requerirían mucho más tiempo y operarios.

### **III. METODOLOGÍA.**

#### **3.1 Diseño de la investigación.**

##### **3.1.1 El tipo de investigación.**

El presente trabajo de investigación se enmarcó dentro del enfoque mixto (Cuantitativo y cualitativo) debido a que se mencionó las características que presentó, y se cuantificó esas lesiones de la muestra mediante mediciones. Además, fue un estudio descriptivo, porque la investigación consistió en recolectar datos, describir, especificar y evaluar la realidad in situ, y según la intervención que se hizo, es no experimental, ya que no se alteró la muestra y también es de corte transversal o sincrónica porque el análisis se realizó en un tiempo determinado y la recolección de datos se realizó una sola vez.

##### **3.1.2 Nivel de la investigación de las tesis.**

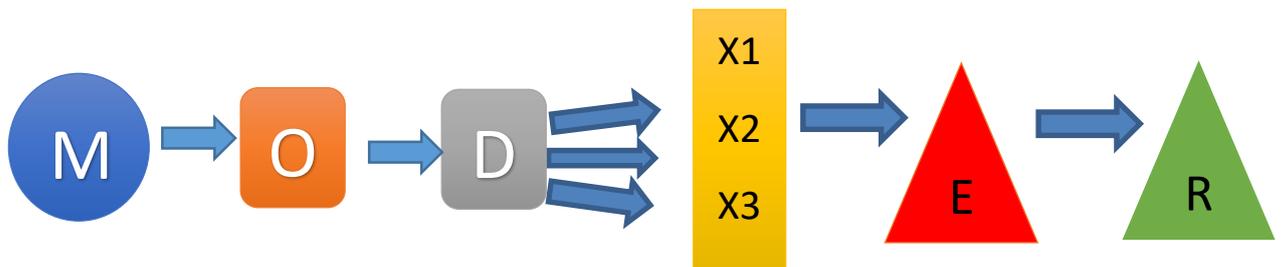
El trabajo de investigación ejecutado se encuentra en el nivel descriptivo porque la investigación consistió en determinar el objeto de estudio, el cual contaba con patologías, recolectar datos, describir, especificar y evaluar la realidad in situ.

##### **3.1.3 Diseño de la investigación.**

El diseño de investigación posee un enfoque mixto (Cuantitativo y cualitativo), tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal o sincrónica, porque el presente trabajo de investigación se mencionó las características que presenta, y se cuantificó esas lesiones de la muestra mediante mediciones, además la investigación consistió en recolectar datos, describir, especificar y evaluar la realidad in situ, y no se alterará la muestra

y se basa en observar las patologías y características en su contexto natural tal y como se encuentra en la realidad, para después analizarlos.

En tal sentido, la evaluación se realizará de manera visual y personalizada, siguiendo el siguiente diseño de investigación:



Dónde:

M: Muestra de estudio.

O: Observación.

D: determinación.

X1: Lesiones Físicas.

X2: Lesiones Mecánicas.

X3: Lesiones Químicas.

E: Evaluación

R: Resultados.

La observación se sustenta en los siguientes procedimientos:

- Inspección visual detallada.
- Levantamiento gráfico de daños.
- Recuento fotográfico.
- Diagnóstico de Patologías.
- Informe de las patologías o lesiones observadas.

### 3.2 Población y muestra.

#### 3.2.1 Población.

El universo de la presente investigación está formado por todo el Puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz y departamento de Ancash.

#### 3.2.2 Muestra.

Se va realizar una inspección general de todos los elementos estructurales y no estructurales del Puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia De Huaraz, Departamento De Ancash, departamento de Ancash.

#### 3.2.3 Unidades Muestrales.

Para esta investigación se tomaron 12 unidades muestrales, estas unidades muestrales presentan la lesión patológica más severas de todo el puente y se detalla en la siguiente Tabla.

*Tabla 5: Elementos muestrales a evaluar.*

<b>Item.</b>	<b>Muestra</b>	<b>Descripción</b>
01	UM-01	Viga - 01
02	UM-02	Viga - 02
03	UM-03	Viga - 03
04	UM-04	Diafragma - 01
05	UM-05	Diafragma - 02
06	UM-06	Diafragma - 03
07	UM-07	Diafragma - 04
08	UM-08	Losa.
09	UM-09	Estribo derecho Aguas Abajo
10	UM-10	Estribo izquierdo Aguas Abajo
11	UM-11	Vereda - 01
12	UM-12	Vereda - 02

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores.

#### 3.3.1 Definición operacional.

Las variables de investigación están dadas por las diferentes lesiones que se pudieron identificar a partir de la observación en la muestra de estudio, los cuales son:

- **Lesiones Mecánicas**, Encontramos: Grietas, fisuras, desprendimientos y socavación.
- **Lesiones Químicas**, Encontramos: eflorescencias, oxidaciones y corrosiones.

#### 3.3.2. Definición conceptual de las variables.

- **Variable:** Jacqueline <sup>(24)</sup> “Las variables en la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis”.
- **Definición conceptual:** La definición de la variable según Puente <sup>(14)</sup>. Patología procede del griego “pathos” enfermedad y “logos” estudio. La Patología Constructiva se define como la rama de la ciencia y técnica de la construcción que estudia los problemas en edificios y obras públicas o alguna de sus unidades después de la ejecución.:
- **Dimensiones:** Las lesiones patológicas que presenta el Puente Mullaca son:  
“Lesiones físicas, lesiones mecánicas, lesiones químicas”:
- **Definición operacional:** El sitio Web Técnicas de estudio <sup>(25)</sup> menciona que “Una definición operacional constituye el conjunto de

procedimientos que describe las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales (sonidos, impresiones visuales o táctiles, etc.), que indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado (Reynolds, 1971, p. 52). En otras palabras, especifica qué actividades u operaciones deben realizarse para medir una variable. Siguiendo la línea de FN. Kerlinger”.

- **indicadores:** Centifor (26) “Un indicador es una comparación entre dos o más tipos de datos que sirve para elaborar una medida cuantitativa o una observación cualitativa. Esta comparación arroja un valor, una magnitud o un criterio, que tiene significado para quien lo analiza”.
- “Los indicadores se utilizan en diversos ámbitos. Un ejemplo básico de indicador es el porcentaje. Otros indicadores comunes pueden ser la tasa de empleo, la tasa de desempleo, la tasa de actividad, la tasa de informalidad, por mencionar algunos”.

“Los indicadores para determinar la condición de servicio y los niveles de severidad de las patologías del concreto del puente, se basa en la recopilación de las bases teóricas anteriores y parámetros de autores citados en el presente proyecto”.

NOTA: Para la calificación del nivel de severidad patológica de la estructura no necesariamente debe contar con toda la descripción de cada nivel de severidad, solo basta que tenga una de las descripciones para calificarlos como leve, moderado o severo.

### **6.5.3 Definición y operacionalización de las variables.**

Cuadro 3: Definición y Operacionalización de las Variables.

<b>CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>				
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Patología del concreto.</b>	(Puente C.) <sup>(14)</sup> Patología procede del griego “pathos” enfermedad y “logos” estudio. La Patología Constructiva se define como la rama de la ciencia y técnica de la construcción que estudia los problemas en edificios y obras públicas o alguna de sus unidades después de la ejecución.	Las lesiones patológicas que presenta el Puente Mullaca son: ➤ <b>Lesiones Físicas:</b> Erosión. ➤ <b>Lesiones mecánicas:</b> Desprendimientos. Grietas. Fisuras. Socavación. ➤ <b>Lesiones Químicas:</b> Eflorescencia. Oxidaciones. Corrosiones.	Esta investigación se basó en la observación, y para la recolección de información se empleó una ficha técnica de recolección de datos.	Tipo y clase de lesión patológica.  Forma de lesión patológica Área afectada  Nivel de severidad y condición de servicio.  (Severo) Malo (3)  (Moderado) Regular (2)  (Leve) Bueno (1)

Fuente: Elaboración propia (2018)

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.4.1 Técnicas de recolección de datos.**

Para el proceso de recolección de datos, se empleará la técnica observacional, y esta inspección se realizará in situ; esta técnica consiste en realizar una evaluación minuciosa de la estructura, y como parte del método para la recolección de información de la muestra, se emplearán fichas técnicas de inspección, con el cual podremos anotar los daños producidos en los elementos estructurales del puente, clasificándolas según sus dimensiones afectadas.

#### **3.4.2 Instrumentos de recolección de datos.**

Para la recolección de información se empleó las fichas técnicas de inspección anteriormente mencionado, en donde se registrará las lesiones encontradas de acuerdo a su tipo, área de afectación y nivel de severidad.

Y para la recolección de datos de las lesiones, se empleará las siguientes herramientas y equipos:

- Cámara fotográfica, la cual nos ayudara a identificar las diferentes patologías encontradas con el fin de tener establecidas las áreas comprometidas que están en estudio.
- Wincha, para poder realizar las mediciones de las lesiones.
- Cuaderno de apuntes o tablas de datos para la evaluación, la cual será de ayuda para llevar una secuencia ordenada en el proceso de investigación y una posterior evaluación.
- Un fisuro-metro para establecer el espesor de las grietas y fisuras.

### **3.5 Plan de análisis.**

Una vez realizada la recolección de datos, como fotos y toma de mediciones de las lesiones en la inspección, se procedió con la transformación de los datos a data, el cual consiste en la clasificación de las lesiones patológicas correspondientes, y finalmente, se calificó de acuerdo a la magnitud de la patología y a las áreas afectadas que presentan cada uno de los elementos estructurales del puente a partir de la ficha técnica de recolección de datos, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Análisis del registro fotográfico de acuerdo a las lesiones, y se identificara la ubicación de fallas patológicas.
- Evaluación de manera general, tanto la parte superior como la parte inferior (lugares donde sean accesibles para el estudio) de todos los elementos estructurales del puente, de esta manera se estableció los diferentes tipos de patologías que existen.
- Se procedió al análisis de la severidad, el estado y reconocimiento de las diferentes patologías a lo largo de la estructura y luego realizaremos los cuadros estadísticos a partir de las áreas afectadas.

Posteriormente se elaboraron gráficos con la ayuda del programa Microsoft Excel para poder clasificar las patologías de acuerdo a su magnitud y porcentaje de área afectada para luego determinar el nivel de severidad y la condición de servicio del puente Mullaca, para la determinación de la Condición de servicio se basó en los conceptos y niveles de condición de servicio de la Guía Para Inspección de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones el cual se expone en la presente tesis.

Para la determinación de las áreas afectadas se usó la siguiente fórmula:

$$\% Af = Aaf / At$$

Donde:

%Af: Porcentaje afectado

At: Área total de la Unidad Muestral.

Aaf: Área afectada.

### 3.6 Matriz de Consistencia.

#### “Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018”

##### Caracterización del Problema

El puente Mullaca, se ubica en el Centro Poblado de Mullaca en la carretera PE-3N Tramo Huaraz- Caraz, a 10.44 km de la provincia de Huaraz, departamento de Ancash. con coordenadas UTM: Este: 219983.00, Norte: 8955124.00, y a una altitud de 2900 m.s.n.m.

Está sometido a temperaturas que oscilan entre 7°C - 22°C. y recibe una precipitación media anual de 342.00 mm.

Fue construido por la Unidad Ejecutora del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Pro Vías en el año de 1974, teniendo 44 años de vida útil y hasta la fecha no se ha hecho ningún mantenimiento de este puente. El puente está construido a base de concreto armado.

El puente tiene una longitud de 32.00 m y una luz libre de 19.05 m, La superestructura está compuesta de tres (3.00) vigas de 20.80 m de largo, seis (6.00) diafragmas, dos veredas de 0.75 m de ancho con barandas de acero, estas veredas, presentan grietas y desprendimientos del concreto. Alrededor del puente es arrojado basura y desmonte reduciendo el área de flujo del río, lo que produce la socavación de los estribos, sobre todo el estribo izquierdo, los apoyos móviles se encuentran deteriorados.

De acuerdo a lo mencionado, es necesario ejecutar un proceso de investigación descriptiva para determinar la condición de servicio del puente Mullaca a partir de la determinación y evaluación de las patologías.

##### Enunciado del problema.

¿Hasta qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca Distrito de Taricá Provincia de Huaraz Departamento de Ancash, permitirá conocer la condición de servicio en que se encuentra la estructura para así poder dar una solución a las patologías que presenta?

##### Objetivo General.

“Determinar y evaluar las patologías del concreto en los elementos estructurales de puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, para obtener la condición de servicio”.

##### Objetivos Específicos.

a) Identificar el tipo de patologías que existen en los Elementos Estructurales del Puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash.

b) Evaluar los tipos de patologías en los niveles de severidad y áreas afectadas que existen en los Elementos Estructurales del Puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz y departamento de Ancash.

c) Obtener la condición de servicio del Puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, a partir de la evaluación realizada.

##### Marco teórico y conceptual.

##### 5.1.1. Antecedentes Internacionales.

A) “Análisis de Patologías Físicas de Puentes Vehiculares en Concreto En La Localidad De Chapinero – 2015”.

(Panqueva) <sup>(1)</sup>

B. “Patologías Mecánicas Presentes En Los Puentes Vehiculares De La Localidad De Fontibón-2015.

(Peñuela E, Sossa J.) <sup>(2)</sup>

##### 5.1.2. Antecedentes Nacionales.

A) “Determinación y evaluación de las patologías de concreto armado del puente tipo viga Saman. y sus elementos estructurales mallares Sullana - Piura abril 2018”.

##### 5.1.3 Antecedentes Locales.

A) “Determinación y evaluación de las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares: Puente Simón Bolívar y Puente confraternidad Internacional Este”.

(Villacorta) <sup>(5)</sup>

##### Bases Teóricas.

##### a) Puente

El MTC <sup>(8)</sup> lo define como “una estructura necesaria para atravesar un obstáculo que se produjo de forma natural o artificial. Es considerado como puente la estructura que posee una luz, entre ejes de apoyo igual o mayor que 6.00 m (20 ft) y que forma parte de una carretera

##### k) Patología.

(PUENTE C.) <sup>(15)</sup>

Patología procede del griego “pathos” enfermedad y “logos” estudio. La Patología Constructiva se define como la rama de la ciencia y técnica de la construcción que estudi a los problemas en edificios y obras públicas o alguna de sus unidades después de la ejecución.

##### Metodología.

se enmarca dentro del enfoque mixto (Cuantitativo y cualitativo), es un estudio descriptivo, no experimental, de corte transversal o sincrónica.

M---O---D---E---R

Dónde:

M: Muestra de estudio.

O: Observación.

D: determinación.

E: Evaluación

R: Resultados.

##### Población y muestra:

Universo: está conformado por todo el Puente Mullaca, Muestra: está dada por todos los elementos estructurales del Puente Mullaca, Distrito de Taricá.

##### Definición

##### operacionalización de las variables:

Definición conceptual de las variables.

Definición y operacionalización de las variables

##### Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas de recolección de datos.

Instrumentos de recolección de datos.

##### Plan de análisis:

##### Principios éticos:

##### Bibliografía.

• Panqueva Rada JE. Análisis de Patologías Físicas de Puentes Vehiculares en Concreto En La Localidad De Chapinero – 2015.Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCA [tesis]. BOGOTÁ; 2015 [cited 2018. Available from: <http://hdl.handle.net/10983/2928>.

• Cordova Castillo SF. Determinación y evaluación de las patologías de concreto armado del puente tipo viga Saman y sus elementos estructurales mallares Sullana - Piura Abril 2018 [tesis]. Piura; 2018. Available from: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/5673>.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MANUAL DE PUENTES-; 2016 [cited 2018 09 21.

Available from: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/8044.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/8044.pdf).

Entre otras.

### 3.7 Principios Éticos.

Uladech <sup>(27)</sup>

#### **Los principios que rigen la actividad investigadora.**

❖ **Protección a las personas.** – La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesitan cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

En la investigación donde se trabajan con personas, se debe respetar la dignidad de la persona, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio implicará que las personas que serán parte de la investigación, participen voluntariamente y dispongan información veraz y adecuada, además involucrará el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular si se encuentran en situación de especial vulnerabilidad.

❖ **Beneficencia y no maleficencia.** – Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta de quien investiga debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

❖ **Justicia.** – El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y las precauciones necesarias para asegurarse de sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren prácticas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a los resultados. El investigador está también

obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación.

❖ **Integridad científica.** – La integridad o rectitud deben no regir solo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad del investigador parcialmente relevante cuando, en función de las normas deontológicas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en una investigación. Así mismo, mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar los resultados.

❖ **Consentimiento informado y expreso.** – En toda investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, inequívoca y específica; mediante la cual la persona como sujetos investigadores o titular de los datos consienten el uso de la información para los fines específicos establecidos en el proyecto.

## **2. BUENAS PRÁCTICAS DE LOS INVESTIGADORES.**

Ninguno de los principios éticos exime al investigador de sus responsabilidades ciudadanas, éticas y deontológicas, por ello debe aplicar las siguientes buenas prácticas.

❖ El investigador debe ser consciente de su responsabilidad científica profesional ante la sociedad. En particular, es deber y responsabilidad personal del investigador considerar cuidadosamente las consecuencias que la realización y la difusión de su investigación implican para los participantes en ella y para la sociedad en general. Este deber y responsabilidad no pueden ser delegadas en otras personas.

- ❖ En materia de publicaciones científicas, el investigador debe evitar incurrir en faltas deontológicas por las siguientes incorrecciones:
  - a) Falsificar o invertir datos total o parcialmente.
  - b) Plagiar lo publicado por otros autores de manera total o parcial.
  - c) Incluir como autor a quien no ha contribuido sustancialmente al diseño y realización del trabajo y publicar repetidamente los mismos hallazgos.
- ❖ Las fuentes bibliográficas utilizadas en el trabajo de investigación deben citarse cumpliendo las normas APA o VANCOUVER, según corresponda; respetando los derechos de autor.
- ❖ En la publicación de los trabajos de investigación se debe cumplir lo establecido en el reglamento de propiedad intelectual institucional y demás normas de orden público referidos a los derechos de autor.
- ❖ El investigador, si fuera el caso, debe escribir las medidas de protección para minimizar un riesgo eventual al ejecutar la investigación.
- ❖ Toda investigación debe evitar acciones lesivas a la naturaleza y a la biodiversidad.
- ❖ El investigador debe proceder con rigor científico asegurando la validez, la fiabilidad y credibilidad de sus métodos, fuentes y datos. Además, debe garantizar estricto apego a la veracidad de la investigación en todas las etapas del proceso.
- ❖ El investigador debe difundir y publicar los resultados de las investigaciones realizadas en un ambiente de ética, pluralismo

ideológico y diversidad cultural, así como comunicar los resultados de la investigación de las personas, grupos y comunidades participantes de la misma.

- ❖ El investigador debe guardar debida confidencialidad sobre los datos de las personas involucradas en la investigación. En general deberá garantizar el anonimato de las personas participantes.
- ❖ Los investigadores deben establecer procesos transparentes en su proyecto para identificar conflictos de interés que involucren a la institución o a los investigadores.

## IV. RESULTADOS.

### 4.1 Resultados.

El objetivo general de la presente investigación fue determinar y evaluar las Patologías del Concreto en los elementos estructurales del puente y obtener la condición de servicio del Puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, por lo cual presentamos a continuación los resultados obtenidos de manera objetiva y lógica mediante tablas y gráficos con su debida interpretación.

Previamente se presenta una tabla en donde se Clasifica el Puente Mullaca Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

*Tabla 6 Clasificación del Puente Mullaca Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.*

<b>Clasificación del Puente Mullaca Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Clasificación</b>
1	<b>Según la naturaleza de la vía soportada:</b>
	Puentes para carretera
2	<b>Según el material.</b>
	Concreto armado
3	<b>Según el sistema estructural principal.</b>
	Puente tipo viga
4	<b>De acuerdo a la geometría en planta</b>
	Puente esviado o curvo.
5	<b>Según el tiempo de vida previsto</b>
	Puente Definitivo. “Estos puentes deben ser diseñados para poder tener una vida en servicio de 75 años.
6	<b>Según la demanda de tránsito y clase de la carretera-Manual de carreteras DG 2018</b>
	Puente de Primera Clase-IMDA= 2825

*Fuente: Elaboración Propia 2018.*

Nota: Cabe mencionar que el IMDA fue hallado gracias a la fórmula del Manual de Carreteras, “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.

#### 5.1.1 Descripción del Nivel de severidad para el presente proyecto.

Aquí se presentan los cuadros que permitieron realizar la ficha técnica de recolección de datos.

Cuadro 4: Niveles de severidad de acuerdo a las características de la Patología.

<b>FICHA DE NIVEL DE SEVERIDAD PATOLÓGICA.</b>				
<i>Tipo de lesión patológica</i>	<i>Patología</i>	<i>Clasificación</i>	<i>Nivel de Daño</i>	<i>Medida</i>
<b>Lesiones Mecánicas</b>	<b>Desprendimiento</b>	Leve (L)	Bloques de concreto menores a 0.000008 m <sup>3</sup>	Volumen. (cm <sup>3</sup> )
		Moderado (M)	Bloques de concreto entre 0.000008 m <sup>3</sup> y 0.000027 m <sup>3</sup> .	
		Severo (S)	Bloques de concreto mayores a 0.000027 m <sup>3</sup>	
	<b>Grietas</b>	Leve (L)	Grieta poco perceptible a simple vista, con ancho de fisura menores a 0.4 mm.	Abertura (mm)
		Moderado (M)	Agrietamiento notable del concreto, grietas con aberturas de 0.4 mm a 1.00 mm	
		Severo (S)	Representa a aquellos elementos con grietas con anchos mayores a 1 mm.	
	<b>Fisuras</b>	Leve (L)	Fisuras con aberturas menores a 0.20 mm	Abertura (mm)
		Moderado (M)	Fisuras con aberturas mayor a 0.20 mm y menor a 1.00 mm	
		Severo (S)	Fisuras con una abertura mayor a 1.00 mm.	
	<b>Socavación</b>	Leve (L)	No se observa socavación.	Profundidad.
		Moderado (M)	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	
		Severo (S)	Aparece socavación por la fundación.	

Fuente: Elaboración Propia 2018.

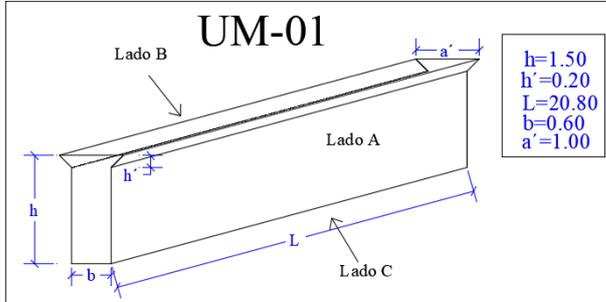
Cuadro 5: Niveles de severidad de acuerdo a las características de la Patología.

<b>FICH DE NIVEL DE SEVERIDAD PATOLÓGICA.</b>				
<b>Tipo de lesión patológica</b>	<b>Patología</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Nivel de Daño</b>	<b>Medida</b>
<b>Lesiones químicas.</b>	<b>Eflorescencia.</b>	<b>Leve (L)</b>	Las manchas blancas es apenas perceptible, es decir menor al 10% del area total.	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>
		<b>Moderado (M)</b>	Las manchas blancas son considerables, es decir de 10% al 50% de su area total.	
		<b>Severo (S)</b>	Las manchas blancas son muy notorios, es decir de 50% a mas de su area total,	
	<b>Corrosión.</b>	<b>Leve (L)</b>	Reducción del diámetro del acero menor a 0.1 mm.	<b>Espesor (mm)</b>
		<b>Moderado (M)</b>	Reducción del diámetro del acero. de 0.10 mm a 0.50 mm.	
		<b>Severo (S)</b>	Reducción del diámetro del acero. mayor a 0.50 mm	

Fuente: Elaboración Propia 2018

## 4.1.2 Resultados de la Unidad Muestral - 01

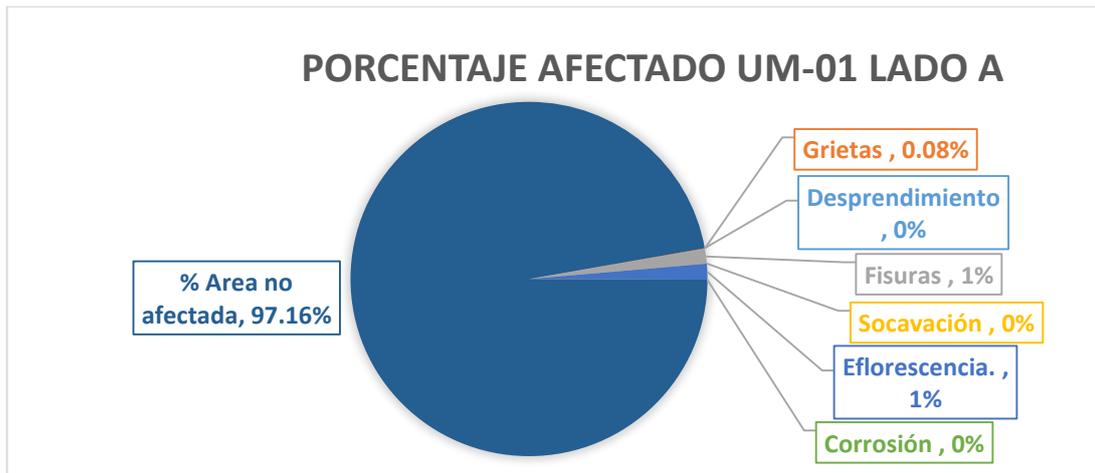
Tabla 7: Evaluación de la UM-01.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-01 VIGA 01						
		TITULO: "Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash -2018"				
AUTOR:	Bach. Wilfredo J. Blas Campos		UBICACIÓN:	PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Distrito de Tarica - Huaraz Ancash		
ASESOR:	Mgtr. Víctor Hugo Cantu Prado		FECHA:	20/11/2018		
PATOLOGÍA	Niveles de severidad			IMAGEN PANORÁMICO		
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)			
Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ m}^3$			
Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$			
Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$			
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la	Aparece socavación por la fundación			
Eflorescencia (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$			
Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$			
						
Laado y descripción	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado:
LADO A	(D)	-	0.00	-	-	
	(G)	0.2	0.02	0.08%	Leve	
	(F)	1.1 mm	0.41	1%	Severo	
	(S)	-	-	-	-	
	(Ef)	1%	0.45	1%	Leve	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			97.16%		
31.20 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Severo		ÁREA AFECTADA: 0.41 m2	Patología: Fisuras (F)		
LADO B	(D)	-	0.00	-	-	
	(G)	0.1 mm	0.02	0.08%	Leve	
	(F)	1.1	0.76	2.44%	Severo	
	(S)	-	-	-	-	
	(Ef)	1%	0.45	1%	Leve	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			96.04%		
31.20 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Severo		ÁREA AFECTADA: 0.76 m2	Patología: Fisuras (F)		
LADO C	(D)	-	0.00	-	-	
	(G)	0.3 mm	0.01	0.10%	Leve	
	(F)	1.35 mm	0.29	2.32%	Severo	
	(S)	-	-	-	-	
	(Ef)	3.61%	0.45	3.61%	Leve	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			93.97%		
12.48 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Severo		ÁREA AFECTADA: 0.29 m2	Patología: Fisuras (F)		

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es la fisura haciendo así calificar a la UM-01-Lado A de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO, de la misma manera en el Lado B y el Lado C.

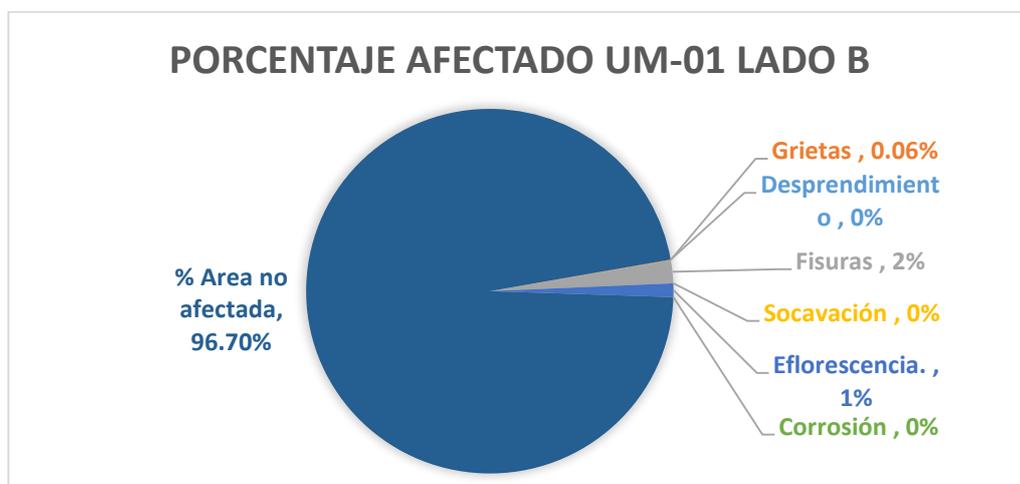
Gráfica. 1 Porcentaje de afectación patológica UM-01- lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura como la eflorescencia son las patologías con mayor incidencia en el lado A de la UM-01, los cuales están cada uno en un porcentaje del 1% del área total.

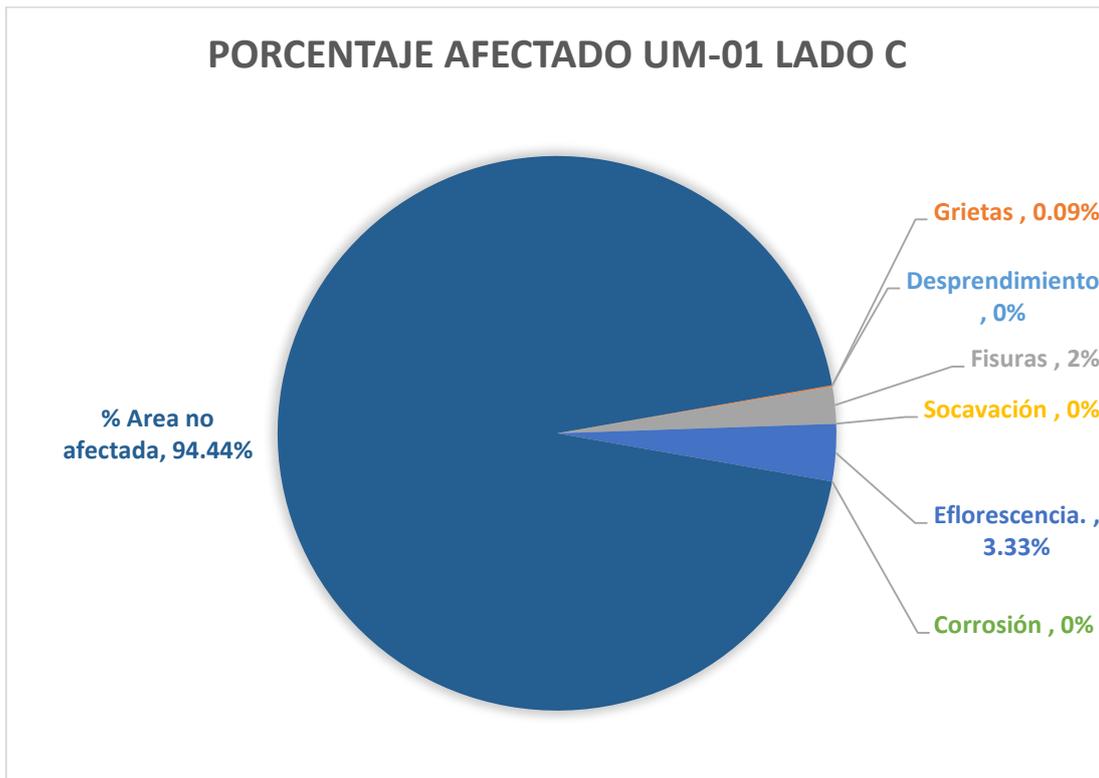
Gráfica. 2 Porcentaje de afectación patológica UM-01- lado B.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado B de la UM-01, el cual representa un porcentaje del 2% del área total.

*Gráfica. 3 Porcentaje de afectación patológica UM-01- lado B.*

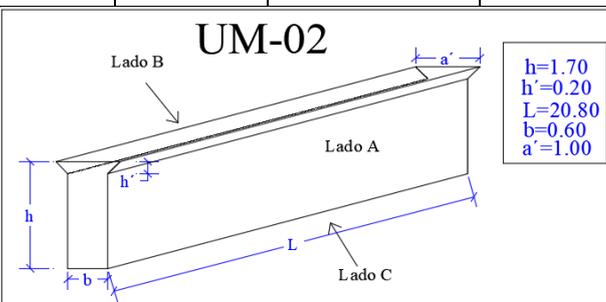
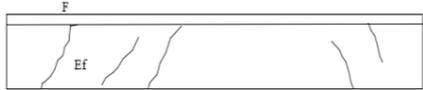
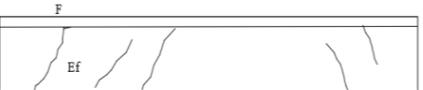


*Fuente: Elaboración propia 2018.*

De la gráfica se puede observar que la eflorescencia es la patología con mayor incidencia en el lado C de la UM-01, el cual representa un porcentaje del 3.33% del área total.

### 4.1.3 Resultados de la Unidad Muestral – 02.

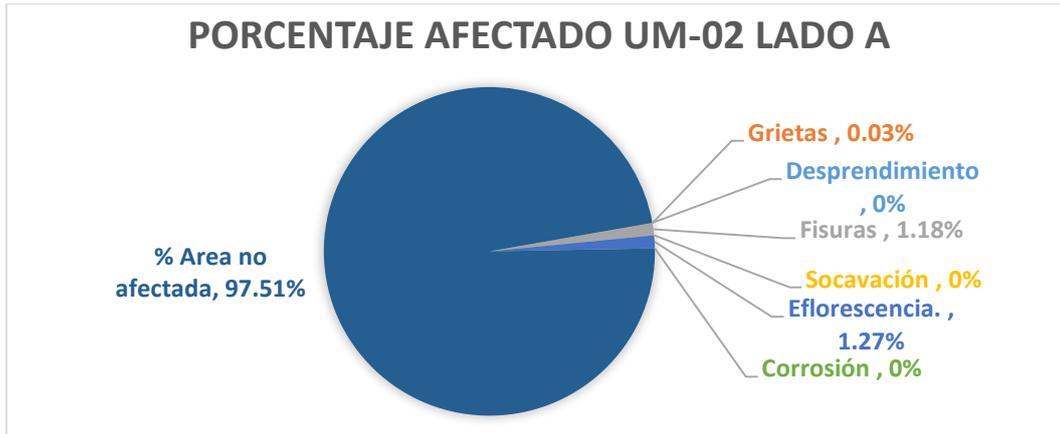
Tabla 8: Evaluación de la UM-02.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-02- VIGA 02						
		<b>TÍTULO: “Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018”</b>				
		AUTOR:	Bach. Wilfredo J. Blas Campos		UBICACIÓN:	PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Distrito de Tarica - Huaraz Ancash
ASESOR:	Mgr. Víctor Hugo Cantu Prado		FECHA:	20/11/2018		
PATOLOGÍA	Niveles de severidad			IMAGEN PANORÁMICO		
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)			
Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	6	$D \geq 0.000027 \text{ cm}^3$			
Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$			
Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$			
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación			
Eflorescencia. (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$			
Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$			
						
LADO A	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	(D)	-	-	-	-	
	(G)	0.4	0.01	0.03%	Leve	
	(F)	1.4 mm	0.42	1.18%	Severo	
	(S)	-	-	-	-	
	(Ef)	1.24%	0.45	1.27%	Leve	
(Co)	-	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			97.51%		
35.36 m2	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b> Severo		<b>ÁREA AFECTADA:</b> 0.42 m2		<b>Patología:</b> Fisuras (F)	
LADO B	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	(D)	-	-	-	-	
	(G)	0.2	0.025	0.07%	Leve	
	(F)	1.3 mm	0.68	1.93%	Severo	
	(S)	-	-	-	-	
	(Ef)	1.44%	0.48	1.35%	Leve	
(Co)	-	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			96.65%		
35.36 m2	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b> Severo		<b>ÁREA AFECTADA:</b> 0.68 m2		<b>Patología:</b> Fisuras (F)	
LADO C	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	(D)	-	-	-	-	
	(G)	0.2 mm	0.012	0.10%	Leve	
	(F)	1.1 mm	0.33	2.64%	Severo	
	(S)	-	-	-	-	
	(Ef)	1.44%	0.12	0.93%	Leve	
(Co)	-	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			96.33%		
12.48 m2	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b> Severo		<b>ÁREA AFECTADA:</b> 0.33 m2		<b>Patología:</b> Fisuras (F)	

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es la fisura haciendo así calificar a la UM-02-Lado A de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO, de la misma manera en el Lado B y el Lado C.

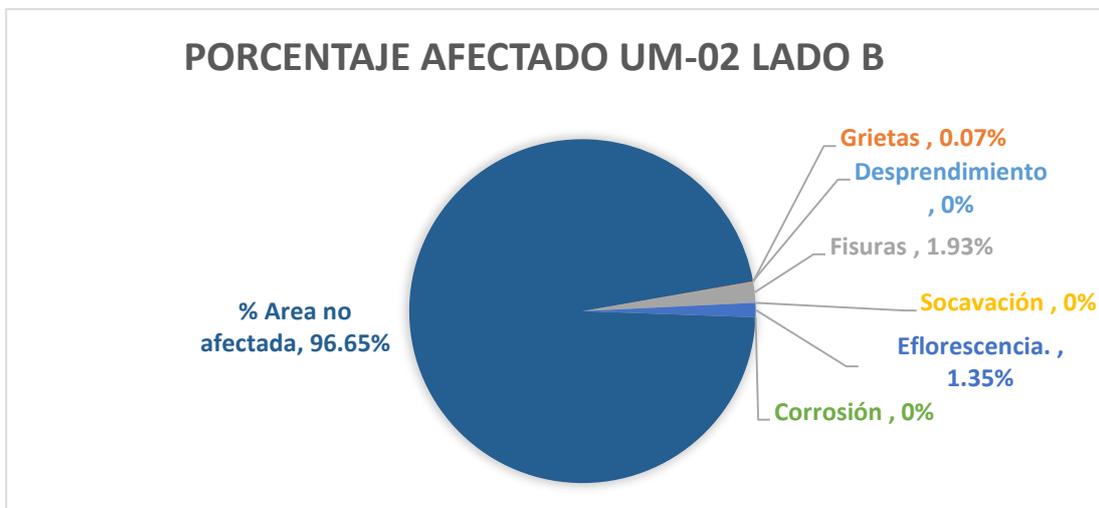
Gráfica. 4: Porcentaje de afectación patológica UM-02- lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura como la eflorescencia son las patologías con mayor incidencia en el lado A de la UM-02, los cuales están cada uno en un porcentaje del 1.18% y 1.27% respectivamente del área total.

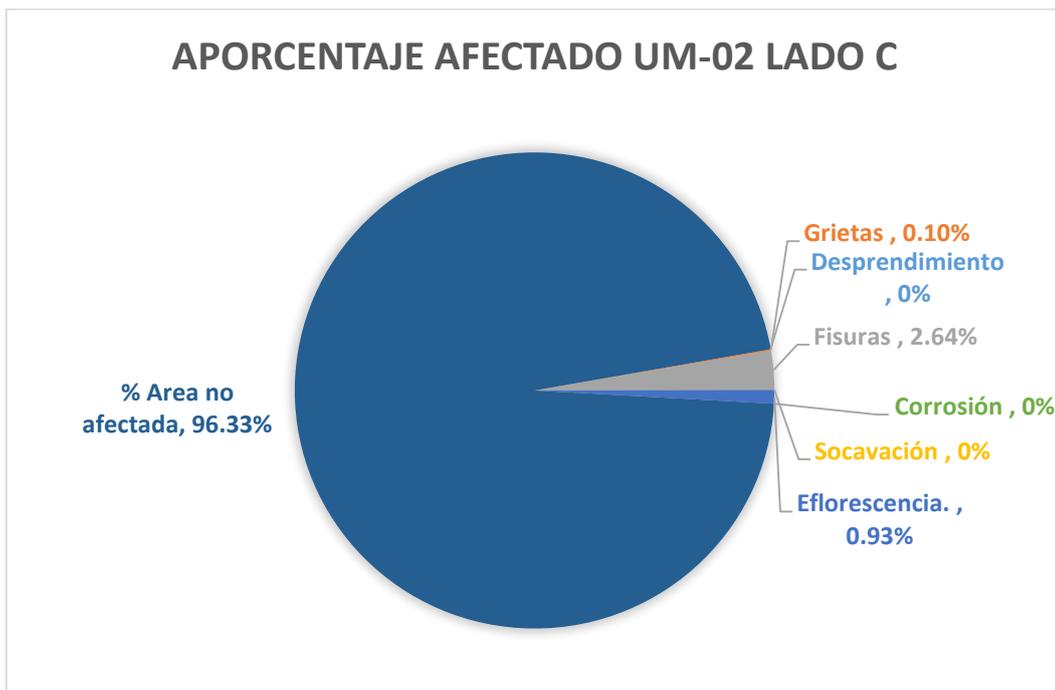
Gráfica. 5: Porcentaje de afectación patológica UM-02- lado B.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura como la eflorescencia son las patologías con mayor incidencia en el lado B de la UM-02, los cuales están cada uno en un porcentaje del 1.93% y 1.35% respectivamente del área total.

Gráfica. 6: Porcentaje de afectación patológica UM-02- lado C.

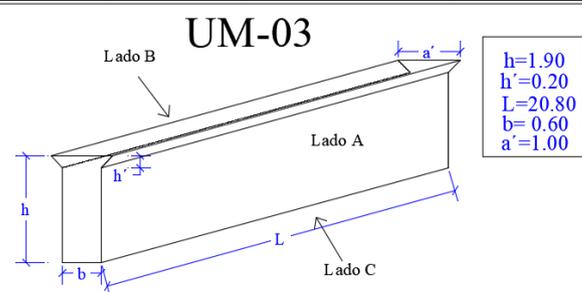
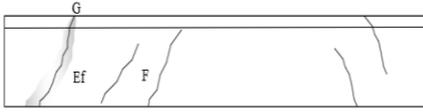
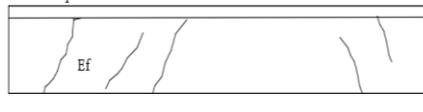


Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura como la eflorescencia son las patologías con mayor incidencia en el lado C de la UM-02, los cuales están cada uno en un porcentaje del 2.64% y 0.93% respectivamente del área total.

#### 4.1.4 Resultados de la Unidad Muestral - 03

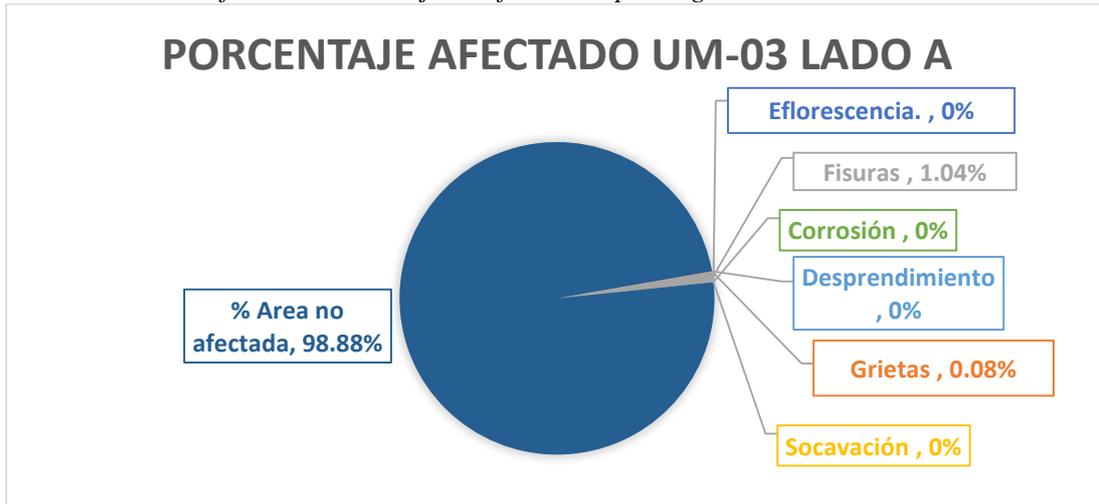
Tabla 9: Evaluación de la UM-03.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-03 - VIGA 03						
		TITULO: "Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Tarica, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash -2018"				
AUTOR:	Bach. Wilfredo J. Blas Campos		UBICACIÓN:	PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Distrito de Tarica - Huaraz Ancash		
ASESOR:	Mgr. Víctor Hugo Cantu Prado		FECHA:	20/11/2018		
PATOLOGÍA	Niveles de severidad			IMAGEN PANORÁMICO		
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)			
Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ cm}^3$			
Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$			
Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$			
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación			
Eflorescencia. (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$			
Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$			
						
LADO A	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m <sup>2</sup> )	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	(D)	-	-	-	-	
	(G)	0.2 mm	0.03	0.08%	Leve	
	(F)	1.2 mm	0.41	1.04%	Severo	
	(S)	-	-	-	-	
	(Ef)	-	-	-	-	
(Co)	-	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			98.88%		
39.52 m <sup>2</sup>	NIVEL DE SEVERIDAD: Severo		ÁREA AFECTADA:	0.41 m <sup>2</sup>	Patología:	Fisuras (F)
Área total:	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m <sup>2</sup> )	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	(D)	-	-	-	-	
	(G)	0.2 mm	0.032	0.08%	Leve	
	(F)	1.1 mm	0.512	1.30%	Severo	
	(S)	-	0	-	-	
	(Ef)	-	0	-	-	
(Co)	-	0	-	-		
Área total:	% Área no afectada			98.62%		
39.52 m <sup>2</sup>	NIVEL DE SEVERIDAD: Severo		ÁREA AFECTADA:	0.51 m <sup>2</sup>	Patología:	Fisuras (F)
LADO C	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m <sup>2</sup> )	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	(D)	-	-	-	-	
	(G)	0.2 mm	0.032	0.26%	Leve	
	(F)	1.3 mm	0.362	2.90%	Severo	
	(S)	-	0	-	-	
	(Ef)	-	0	-	-	
(Co)	-	0	-	-		
Área total:	% Área no afectada			96.84%		
12.48 m <sup>2</sup>	NIVEL DE SEVERIDAD: Severo		ÁREA AFECTADA:	0.36 m <sup>2</sup>	Patología:	Fisuras (F)

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es la fisura haciendo así calificar a la UM-03-Lado A de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO, de la misma manera en el Lado B y el Lado C.

Gráfica. 7: Porcentaje de afectación patológica UM-03- lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado A de la UM-03, con un porcentaje del 1.04% del área total.

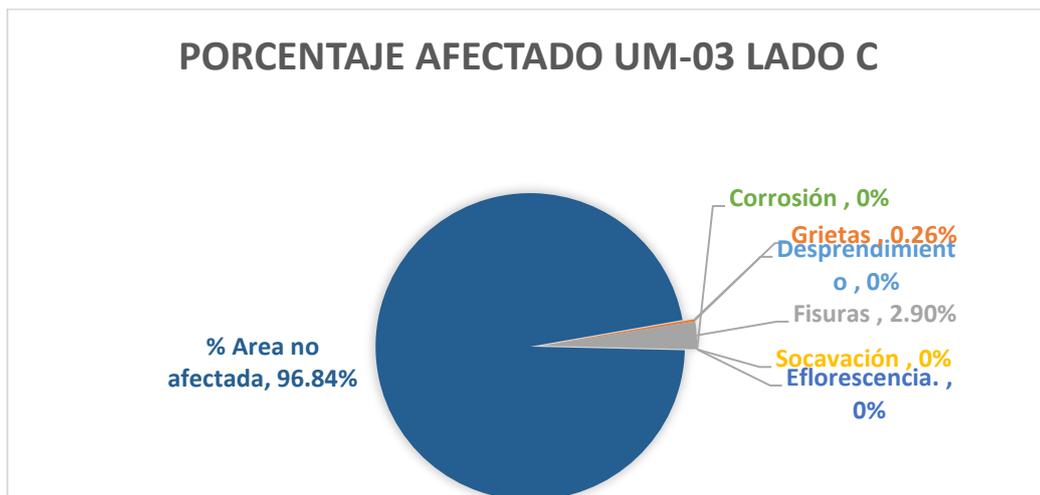
Gráfica. 8: Porcentaje de afectación patológica UM-03- lado B.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado B de la UM-03, con un porcentaje del 1.30% del área total.

Gráfica. 9: Porcentaje de afectación patológica UM-03- lado C.

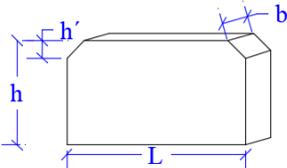


Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado C de la UM-03, con un porcentaje del 2.90% del área total.

### 4.1.5 Resultados de la Unidad Muestral - 04

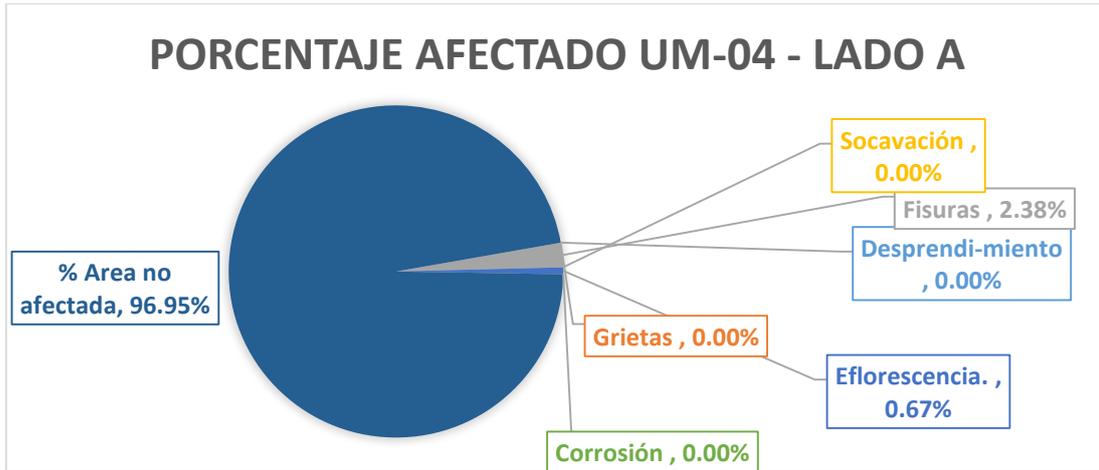
Tabla 10: Evaluación de la UM-04.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-04-DIAFRAGMA 01							
		TITULO: "Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash -2018"					
AUTOR:	Bach..Wilfredo J. Blas Campos		UBICACIÓN:	PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Distrito deTarica - Huaraz Ancash			
ASESOR:	M.gr. Víctor Hugo Cantu Prado		FECHA:	20/11/2018			
PATOLOGÍA	Niveles de severidad			IMAGEN PANORÁMICO			
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)				
Desprendimiento	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	# <sub>i</sub> REF!	$D \geq 0.000027 \text{ cm}^3$				
Grietas	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$				
Fisuras	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$				
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación				
Eflorescencia. (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$				
Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$ .				
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <h2>UM-04</h2>  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><math>h=1.40</math> <math>h'=0.20</math> <math>L=2.10</math> <math>b=0.30</math></p> </div> </div>							
LADO A	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)			% Área afectada	Nivel de Severidad.
	Desprendimiento	-	-	-	-		
	Grietas	-	-	-	-		
	Fisuras	0.1 mm	0.09	2.38%	Leve		
	Socavación	-	-	-	-		
	Eflorescencia.	1%	0.03	0.67%	Leve		
Corrosión	-	-	-	-			
Área total:	% Área no afectada			96.95%			
3.78 m2	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b> Leve		<b>ÁREA AFECTADA:</b> 0.09 m2	<b>Patología:</b> Fisuras			
LADO B	(D)	-	-	-	-		
	(G)	-	-	-	-		
	(F)	0.1 mm	0.15	3.84%	Leve		
	(S)	-	-	-	-		
	(Ef)	1.67%	0.06	1.67%	Leve		
	(Co)	-	-	-	-		
Área total:	% Área no afectada			94.50%			
3.78 m2	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b> Leve		<b>ÁREA AFECTADA:</b> 0.15 m2	<b>Patología:</b> Fisuras			
LADO C	(D)	-	-	-	-		
	(G)	-	-	-	-		
	(F)	0.12 mm	0.05	7.14%	Leve		
	(S)	-	-	-	-		
	(Ef)	1%	0.03	4.00%	Leve		
	(Co)	-	-	-	-		
Área total:	% Área no afectada			88.86%			
0.63 m2	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b> Leve		<b>ÁREA AFECTADA:</b> 0.05 m2	<b>Patología:</b> Fisuras			

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es la fisura haciendo así calificar a la UM-04-Lado A de acuerdo al nivel de severidad, LEVE, de la misma manera en el Lado B y el Lado C.

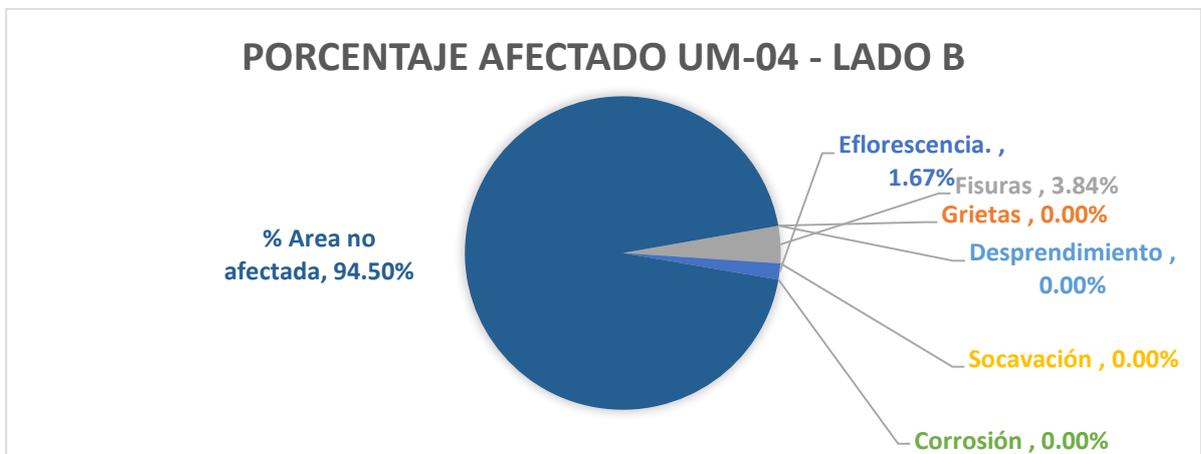
Gráfica. 10: Porcentaje de afectación patológica UM-04- lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado A de la UM-03, con un porcentaje del 0.24% del área total.

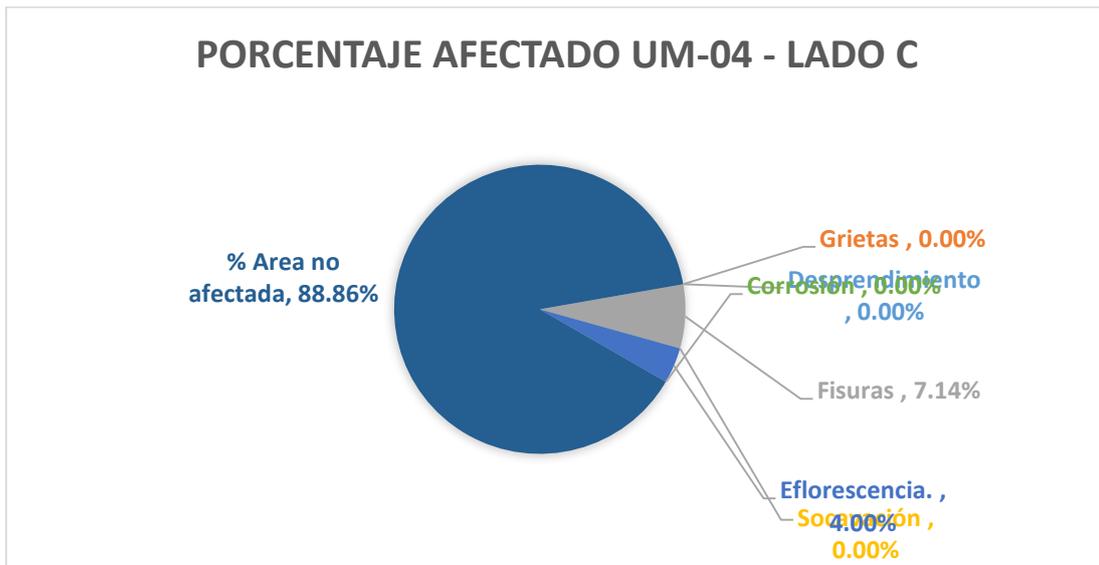
Gráfica. 11: Porcentaje de afectación patológica UM-04- lado B.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado B de la UM-04, con un porcentaje del 0.39% del área total.

Gráfica. 12: Porcentaje de afectación patológica UM-04- lado B.

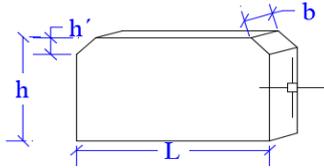
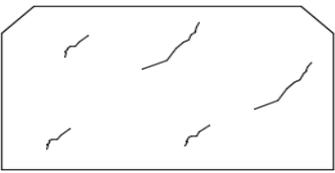


Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado C de la UM-04, con un porcentaje del 0.33% del área total.

## 4.1.6 Resultados de la Unidad Muestral - 05

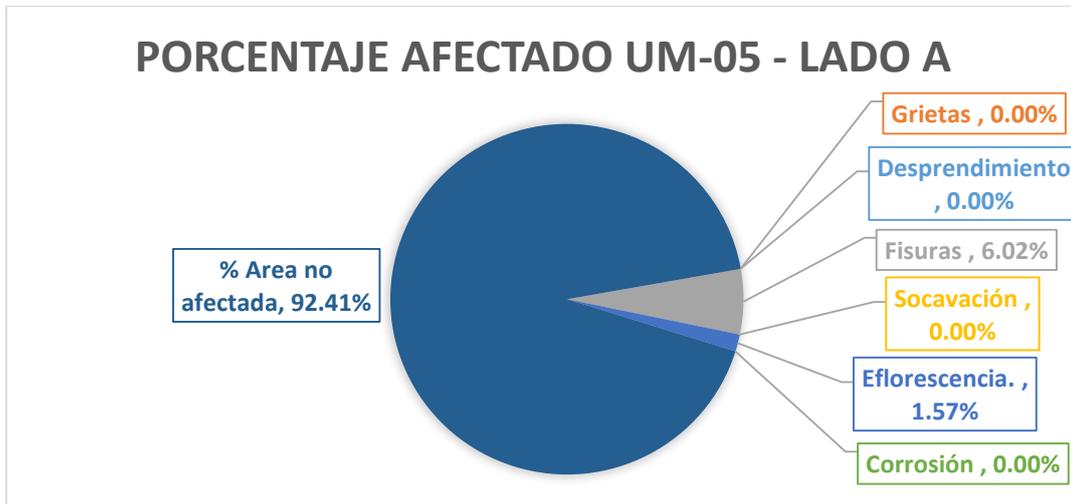
Tabla 11: Evaluación de la UM-05.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-05 DIAFRAGMA 02						
		TITULO: "Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash -2018"				
AUTOR:	Bach. Wilfredo J. Blas Campos			UBICACIÓN:	PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Distrito de Tarica - Huaraz Ancash	
ASESOR:	Mgr. Víctor Hugo Cantu Prado			FECHA:	20/11/2018	
PATOLOGÍA	Niveles de severidad			IMAGEN PANORÁMICO		
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)			
Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ m}^3$			
Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$			
Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$			
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación			
Eflorescencia. (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$			
Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$			
<h1>UM-05</h1>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p><math>h=1.40</math>  <math>h'=0.20</math>  <math>L=2.10</math>  <math>b=0.30</math></p> </div>						
LADO A	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	Desprendimiento	-	-	-	-	
	Grietas	-	-	-	-	
	Fisuras	0.1mm	0.15	6.02%	Leve	
	Socavación	-	-	-	-	
	Eflorescencia.	1%	0.04	1.57%	Leve	
	Corrosión	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			92.41%		
2.41 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Leve		ÁREA AFECTADA: 0.15 m2		Patología: Fisuras	
LADO B	(D)	-	-	-	-	
	(G)	-	-	-	-	
	(F)	0.2 mm	0.10	3.94%	Moderado	
	(S)	-	-	-	-	
	(Ef)	1%	0.03	1.31%	Leve	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			94.75%		
2.41 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Moderado		ÁREA AFECTADA: 0.10 m2		Patología: Fisuras	
LADO C	(D)	-	-	-	-	
	(G)	-	-	-	-	
	(F)	0.2 mm	0.06	8.73%	Moderado	
	(S)	-	-	-	-	
	(Ef)	1%	0.05	8.67%	Leve	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			82.60%		
0.630 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Moderado		ÁREA AFECTADA: 0.06 m2		Patología: Fisuras	

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es la fisura haciendo así calificar a la UM-05- de acuerdo al nivel de severidad, MODERADO.

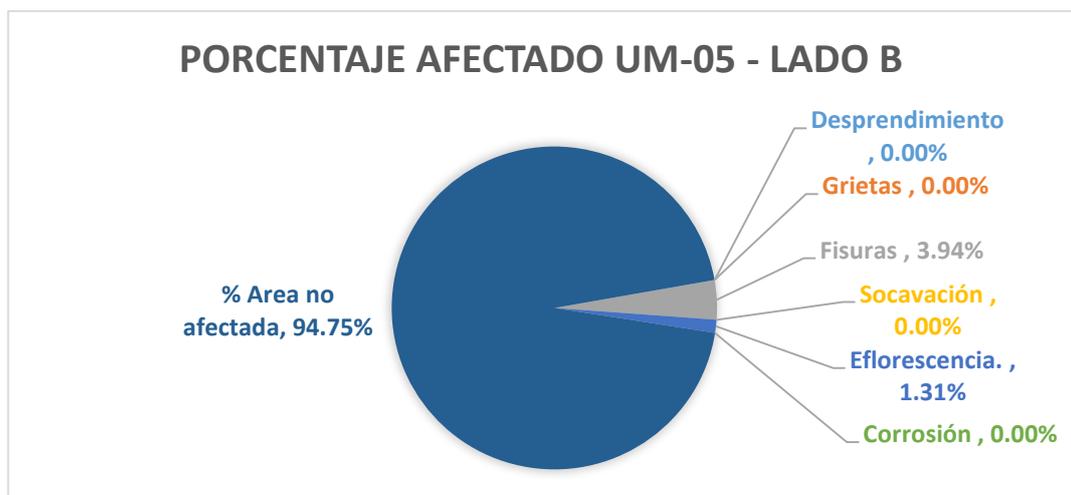
Gráfica. 13: Porcentaje de afectación patológica UM-05- lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado A de la UM-05, con un porcentaje del 6.02% del área total.

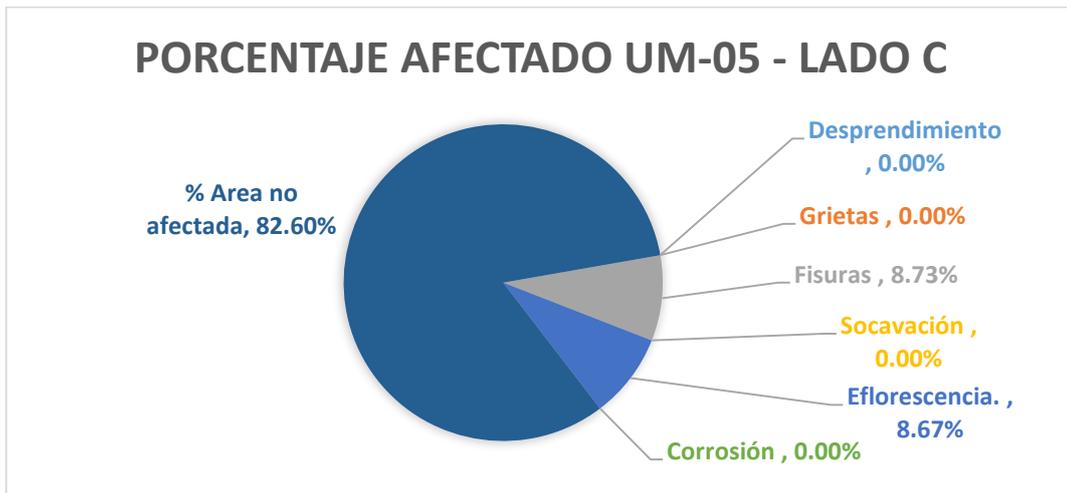
Gráfica. 14: Porcentaje de afectación patológica UM-05- lado B.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado B de la UM-05, con un porcentaje del 3.94% del área total.

*Gráfica. 15: Porcentaje de afectación patológica UM-05- lado C.*



*Fuente: Elaboración propia 2018.*

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado C de la UM-05, con un porcentaje del 8.73% del área total.

## 4.7 Resultados de la Unidad Muestral - 06

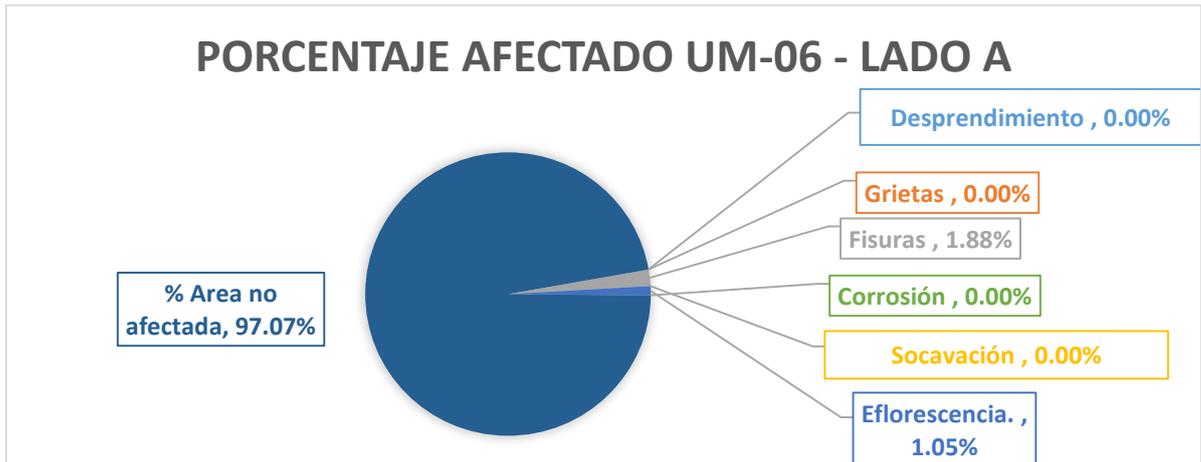
Tabla 12 Evaluación de la UM-06.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-06 - DIAFRAGMA 03						
		TITULO: "Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaça, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash -2018"				
AUTOR:	Bach. Wilfredo J. Blas Campos		UBICACIÓN:	PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Distrito de Tarica - Huaraz Ancash		
ASESOR:	Mgr. Víctor Hugo Cantu Prado		FECHA:	20/11/2018		
PATOLOGÍA	Niveles de severidad			IMAGEN PANORÁMICO		
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)			
Desprendimiento (D)	# <sub>i</sub> REF!	# <sub>i</sub> REF!	D ≥ 0.000027 cm <sup>3</sup>			
Grietas (G)	G ≤ 1.00 mm	0.40 mm ≤ G < 1mm	G ≥ 1.00 mm			
Fisuras (F)	F ≤ 1.00 mm	0.20 mm ≤ F < 0.5mm	F ≥ 0.5 mm			
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación			
Eflorescencia. (Ef)	Ef ≤ 10%	10 % ≤ Ef < 50 %	Ef ≥ 50%			
Corrosión (Co)	Co ≤ 0.5 mm	0.1 mm ≤ Co < 0.50mm	Co ≥ 0.50 mm.			
<div style="text-align: center;"> <h3>UM-06</h3> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>h=1.20 h'=0.20 L=2.05 b=0.30</p> </div> </div>						
LADO A	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	Desprendimiento	-	-	-	-	
	Grietas	-	-	-	-	
	Fisuras	0.1 mm	0.05	1.88%	Leve	
	Socavación	-	-	-	-	
	Eflorescencia.	1%	0.03	1.05%	Leve	
Corrosión	-	-	-	-		
Área total:	% Área no afectada			97.07%		
2.40 m <sup>2</sup>	NIVEL DE SEVERIDAD: Leve		ÁREA AFECTADA:	0.05 m <sup>2</sup>	Patología:	Fisuras
LADO B	(D)	-	-	-	-	
	(G)	-	-	-	-	
	(F)	0.1 mm	0.07	2.84%	Leve	
	(S)	-	-	-	-	
	(EF)	-	-	-	-	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			97.16%		
2.40 m <sup>2</sup>	NIVEL DE SEVERIDAD: Leve		ÁREA AFECTADA:	0.07 m <sup>2</sup>	Patología:	Fisuras
LADO C	(D)	-	-	-	-	
	(G)	-	-	-	-	
	(F)	0.1 mm	0.06	9.11%	Leve	
	(S)	-	-	-	-	
	(EF)	-	-	-	-	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			90.89%		
0.62 m <sup>2</sup>	NIVEL DE SEVERIDAD: Leve		ÁREA AFECTADA:	0.06 m <sup>2</sup>	Patología:	Fisuras

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es la fisura haciendo así calificar a la UM-06-Lado A de acuerdo al nivel de severidad, LEVE, de la misma manera en el Lado B y el Lado C.

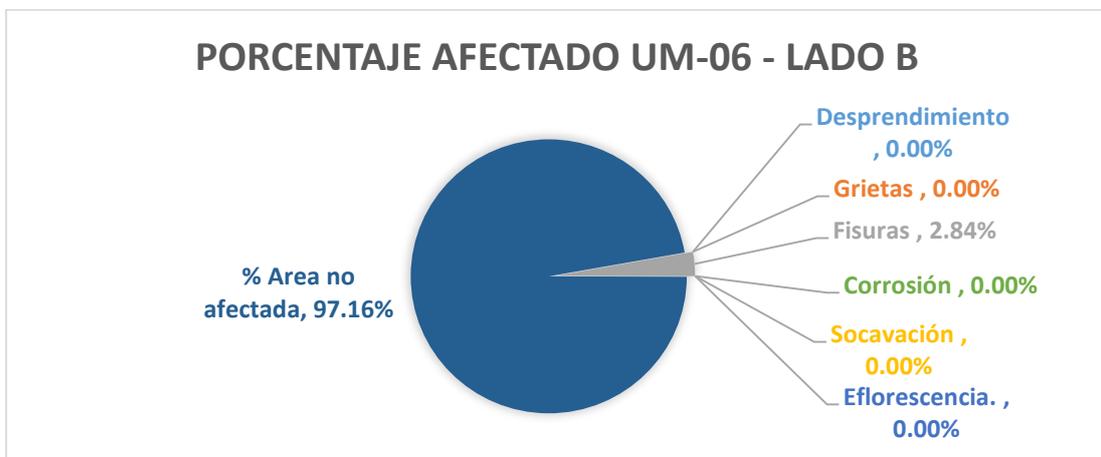
Gráfica. 16: Porcentaje de afectación patológica UM-06- lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado A de la UM-06, con un porcentaje del 1.88% del área total.

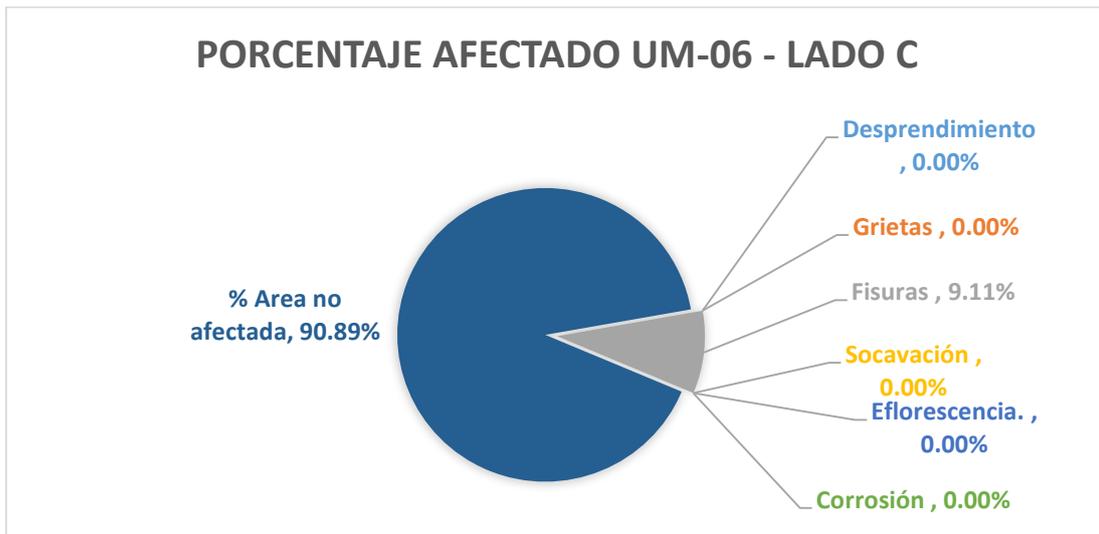
Gráfica. 17: Porcentaje de afectación patológica UM-06- lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado A de la UM-06, con un porcentaje del 2.84% del área total.

Gráfica. 18: Porcentaje de afectación patológica UM-06- lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado superior de la UM-06, con un porcentaje del 9.11% del área total.

### 4.1.8 Resultados de la Unidad Muestral – 07.

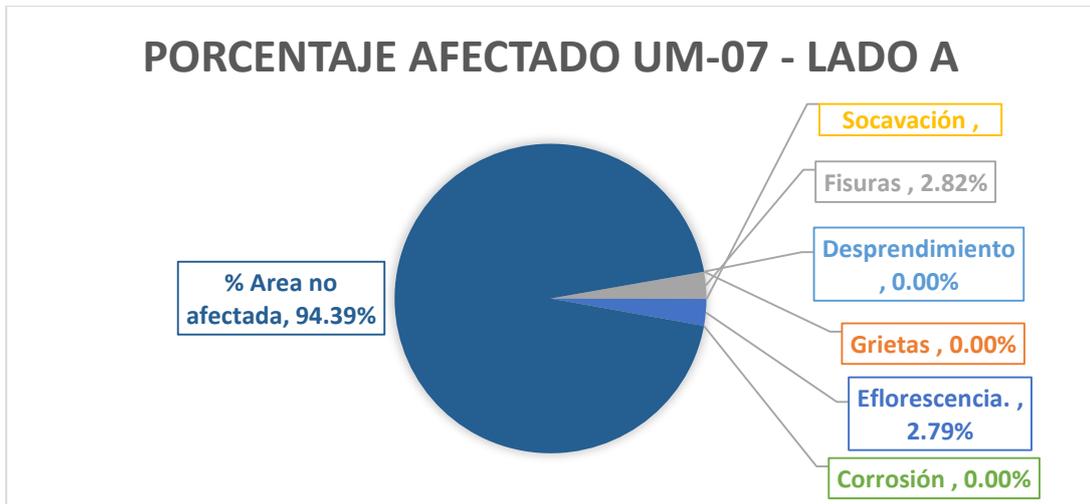
Tabla 13: Evaluación de la UM-07.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE EVALUACIÓN UNIDAD MUESTRAL 0 07 0 DIAFRAGMA 04						
		TITULO: “Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018”				
AUTOR:	Bach. Wilfredo J. Blas Campos		UBICACIÓN:	PE03N Tramo Huaraz0 Caraz0 Distrito de Tarica 0 Huaraz Ancash		
ASESOR:	M gr. Víctor Hugo Cantu Prado		FECHA:	20/11/2018		
PATOLOGÍA	Niveles de severidad			IMAGEN PANORÁMICO		
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)			
Desprendimiento (D)	# <sub>i</sub> REF!	# <sub>i</sub> REF!	D ≥ 0.000027 cm3			
Grietas (G)	G < 0.4 mm	0.40 mm ≤ G < 1mm	G ≥ 1.00 mm			
Fisuras (F)	F < 0.2 mm	0.20 mm ≤ F < 0.5mm	F ≥ 0.5 mm			
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación			
Eflorescencia. (Ef)	Ef < 10%	10 % ≤ Ef < 50 %	Ef ≥ 50%			
Corrosión (Co)	Co < 0.1 mm	0.1 mm ≤ Co < 0.50mm	Co ≥ 0.50 mm.			
LADO A	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	Desprendimiento	0	0.00	0.00%	0	
	Grietas	0	0.00	0.00%	0	
	Fisuras	0.1 mm	0.07	2.82%	Leve	
	Socavación	-	0.00	0.00%	0	
	Eflorescencia.	2.79%	0.07	2.79%	Leve	
Corrosión	-	0.00	-	-		
Área total:	% Área no afectada			94.39%		
2.41 m2	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b> Leve		<b>AREA AFECTADA:</b> 0.07 m2		<b>Patología:</b> Fisuras	
LADO B	(D)	-	0.00	-	-	
	(G)	-	0.00	-	-	
	(F)	0.1 mm	0.08	3.24%	Leve	
	(S)	-	0.00	-	-	
	(Ef)	2.96%	0.07	2.96%	Leve	
(Co)	-	0.00	0.00%	-		
Área total:	% Área no afectada			93.80%		
2.41 m2	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b> Leve		<b>AREA AFECTADA:</b> 0.08 m2		<b>Patología:</b> Fisuras	
LADO C	(D)	-	0.00	-	-	
	(G)	-	0.00	-	-	
	(F)	0.1 mm	0.05	7.32%	Leve	
	(S)	-	0.00	-	-	
	(Ef)	-	0.00	-	-	
(Co)	-	0.00	-	-		
Área total:	% Área no afectada			92.68%		
0.62 m2	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b> Leve		<b>AREA AFECTADA:</b> 0.05 m2		<b>Patología:</b> Fisuras	

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es la fisura haciendo así calificar a la UM-07-Lado A, Lado B y el Lado C, de acuerdo al nivel de severidad, LEVE.

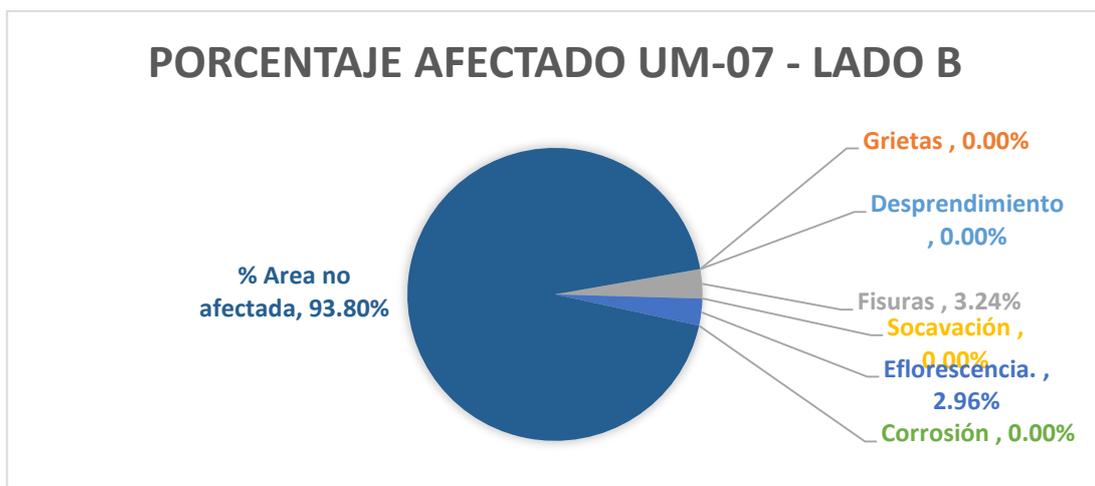
Gráfica. 19: Porcentaje de afectación patológica UM-07- lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado A de la UM-07, con un porcentaje del 2.82% del área total.

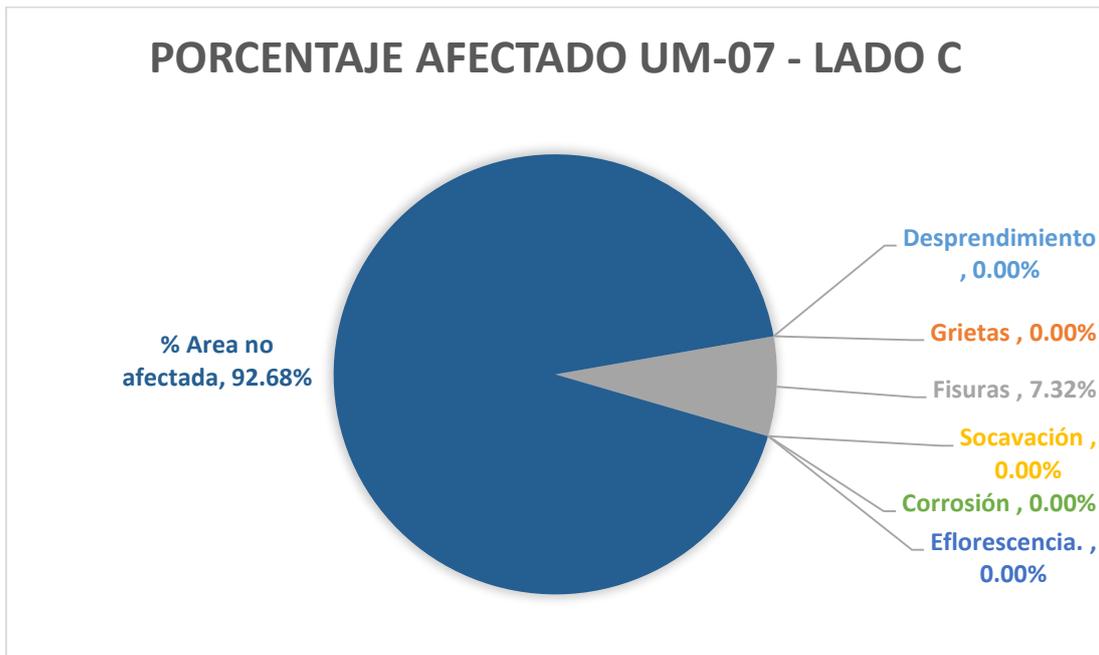
Gráfica. 20: Porcentaje de afectación patológica UM-07- lado B.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado B de la UM-07, con un porcentaje del 3.24% del área total.

Gráfica. 21: Porcentaje de afectación patológica UM-07- lado C.

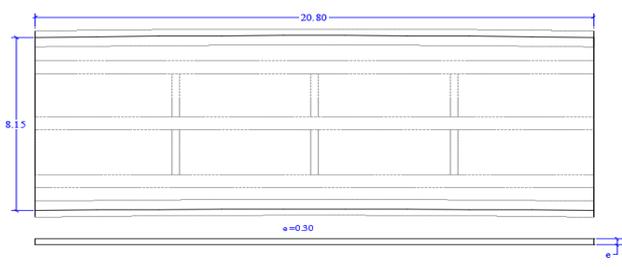
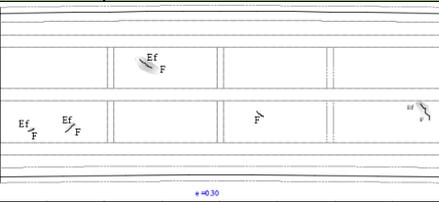


Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado C de la UM-07, con un porcentaje del 7.32% del área total.

#### 4.1.9 Resultados de la Unidad Muestral – 08.

Tabla 14: Evaluación de la UM-08.

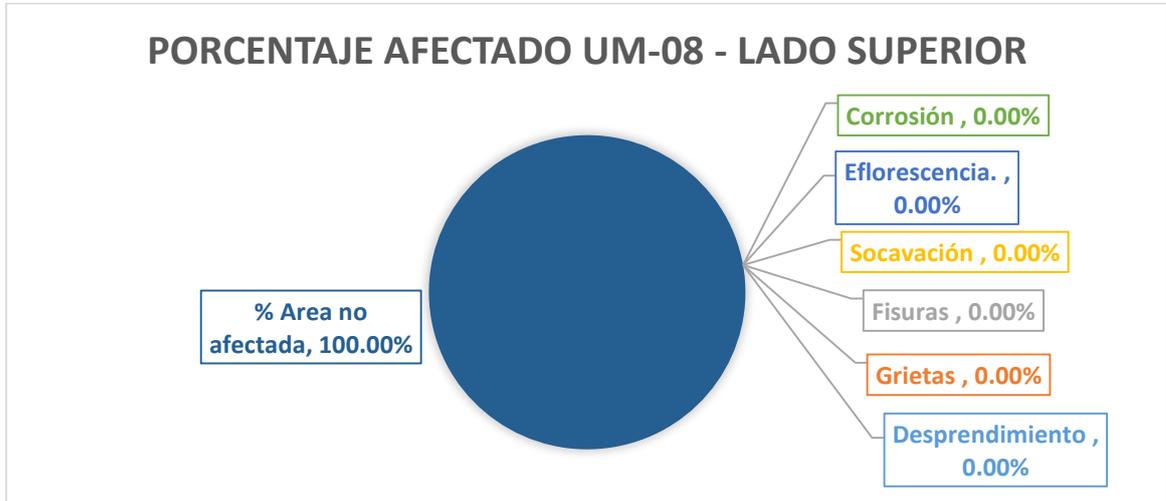
UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-08 - LOSA DE TABLERO							
		TITULO: “Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018”					
AUTOR:	Bach. Wilfredo J. Blas Campos		UBICACIÓN:	PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Centro poblado de Mullaca, Distrito de Tarica - Huaraz- Ancash			
ASESOR:	Mgr. Víctor Hugo Cantu Prado		FECHA:	20/11/2018			
PATOLOGÍA	Niveles de severidad			IMAGEN PANORÁMICO 			
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)				
Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ m}^3$				
Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$				
Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$				
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación				
Eflorescencia. (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$				
Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$				
<b>Detalle por lado:</b>							
LADO SUPERIOR	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m <sup>2</sup> )	% Área afectada	Nivel de Severidad.		
	Desprendimiento	-	0.00	-	-		
	Grietas	-	0.00	-	-		
	Fisuras	-	0.00	-	-		
	Socavación	-	0.00	-	-		
	Eflorescencia.	-	0.00	-	-		
Corrosión	-	0.00	-	-			
Área total:	% Area no afectada			100.00%			
169.52 m <sup>2</sup>	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>		-	<b>AREA AFECTADA:</b> 0.00 m <sup>2</sup>	<b>Patología:</b> -		
LADO INFERIOR	(D)	-	0.00	-	-		
	(G)	0.1 mm	0.02	0.01%	Leve		
	(F)	0.4 mm	0.25	0.15%	Leve		
	(S)	-	0.00	-	-		
	(Ef)	0.18%	0.30	0.18%	Leve		
	(Co)	-	0.02	0.009%	-		
Área total:	% Area no afectada			99.65%			
169.52 m <sup>2</sup>	<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>		Leve	<b>AREA AFECTADA:</b> 0.02 m <sup>2</sup>	<b>Patología:</b> Grietas		

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es la Eflorescencia haciendo así calificar a la UM-

08-Lado Superior y el Lado Inferior, de acuerdo al nivel de severidad, LEVE.

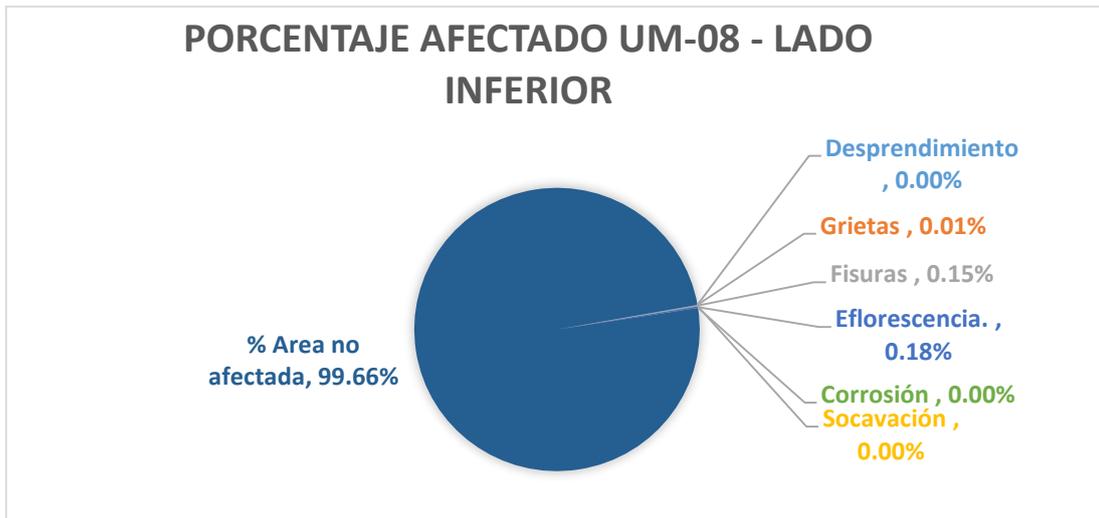
Gráfica. 22: Porcentaje de afectación patológica UM-08- lado Superior.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que no se puede apreciar el concreto debido a la carpeta asfáltica.

Gráfica. 23: Porcentaje de afectación patológica UM-08- lado Inferior.

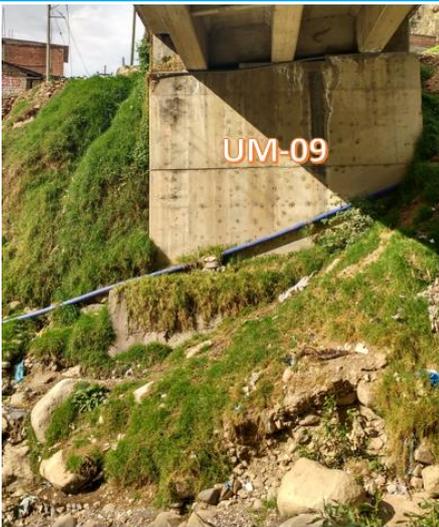
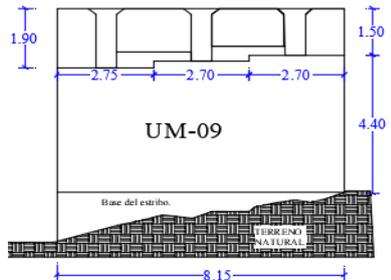
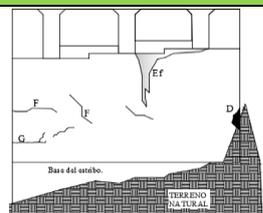
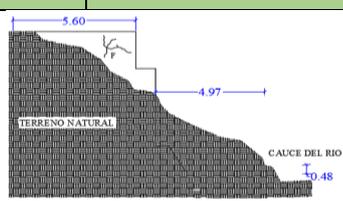
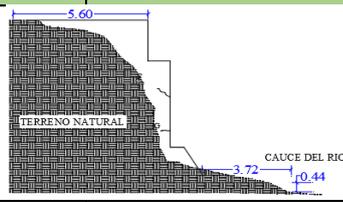


Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la eflorescencia es la patología con mayor incidencia en el lado inferior de la UM-08, con un porcentaje del 0.18% del área total.

#### 4.1.10 Resultados de la Unidad Muestral – 09.

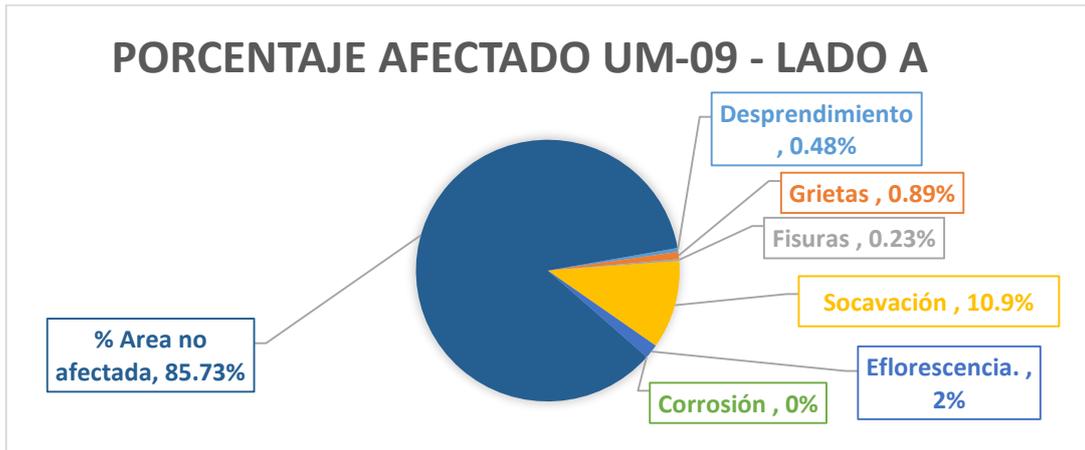
Tabla 15: Evaluación de la UM-09.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-09 - ESTRIBO DERECHO						
		TITULO: “Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018”				
AUTOR:	Bach. Wilfredo J. Blas Campos		UBICACIÓN:	PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Centro poblado de Mullaca, Distrito de Tarica - Huaraz- Ancash		
ASESOR:	Mgtr. Víctor Hugo Cantu Prado		FECHA:	20/11/2018		
PATOLOGÍA	Niveles de severidad			IMAGEN PANORÁMICO		
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)			
Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ cm}^3$			
Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$			
Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$			
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación			
Eflorescencia. (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$			
Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$			
						
LADO A	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	Desprendimiento	0.01	0.17	0.48%	-	
	Grietas	0.01 mm	0.32	0.89%	Leve	
	Fisuras	0.4 mm	0.08	0.23%	Leve	
	Socavación	0.45 m	3.91	10.9%	Moderado	
	Eflorescencia.	2%	0.63	2%	Leve	
	Corrosión	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			85.73%		
35.86 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Moderado		ÁREA AFECTADA:	3.91 m2	Patología: Socavación	
LADO B	(D)	-	0.00	-	-	
	(G)	0.01 mm	0.32	5.42%	Leve	
	(F)	0.4 mm	0.08	1.41%	Leve	
	(S)	0.48 m	0.34	5.69%	Moderado	
	(Ef)	0%	0.02	0.34%	Leve	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			87.14%		
5.90 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Moderado		ÁREA AFECTADA:	0.34 m2	Patología: Socavación	
LADO C	(D)	-	0.00	-	-	
	(G)	0.01 mm	0.32	4.38%	Leve	
	(F)	0.4 mm	0.08	1.14%	Leve	
	(S)	0.44 m	0.31	4.22%	Moderado	
	(Ef)	-	0	-	-	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			90.26%		
7.30 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Moderado		ÁREA AFECTADA:	0.31 m2	Patología: Socavación	

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es la Socavación, haciendo así calificar a la UM-08-Lado A, Lado B y el Lado C, de acuerdo al nivel de severidad, MODERADO.

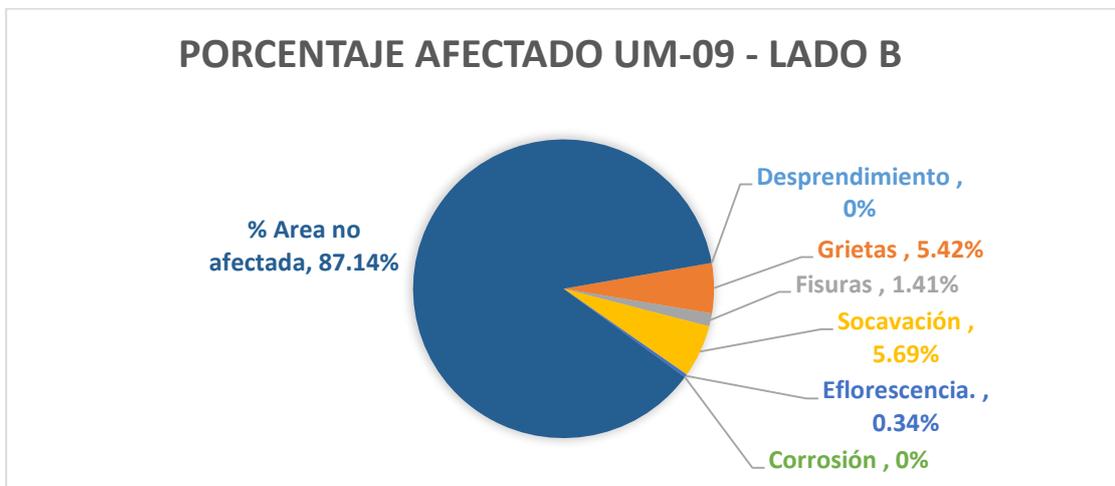
Gráfica. 24: Porcentaje de afectación patológica UM-09- Lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la socavación es la patología con mayor incidencia en el lado A de la UM-09, con un porcentaje del 10.9% del área total.

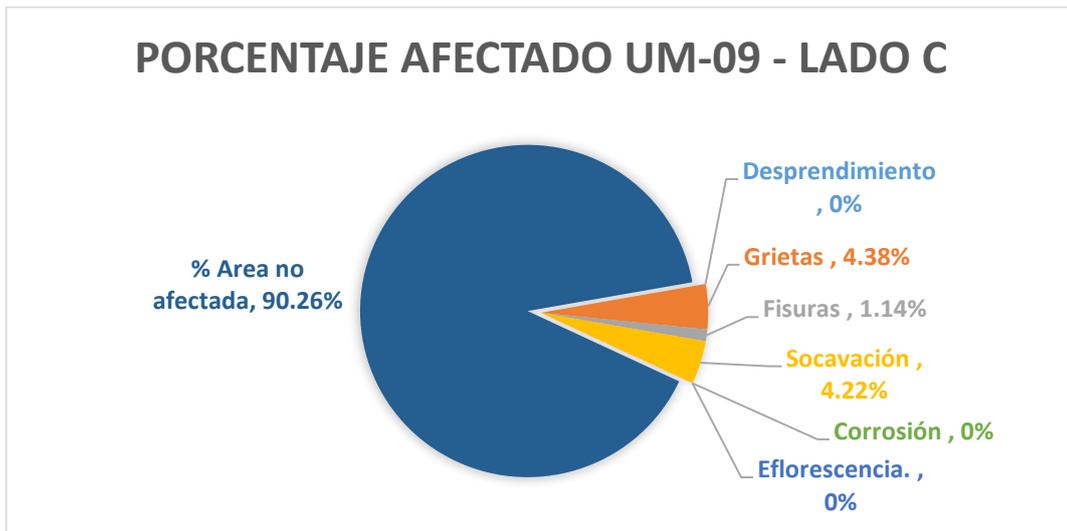
Gráfica. 25: Porcentaje de afectación patológica UM-09- Lado B.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la socavación es la patología con mayor incidencia en el lado B de la UM-09, con un porcentaje del 5.69% del área total.

Gráfica. 26: Porcentaje de afectación patológica UM-09- Lado C.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la Grieta es la patología con mayor incidencia en el lado C de la UM-09, con un porcentaje del 4.38% del área total.

### 4.1.11 Resultados de la Unidad Muestral – 10.

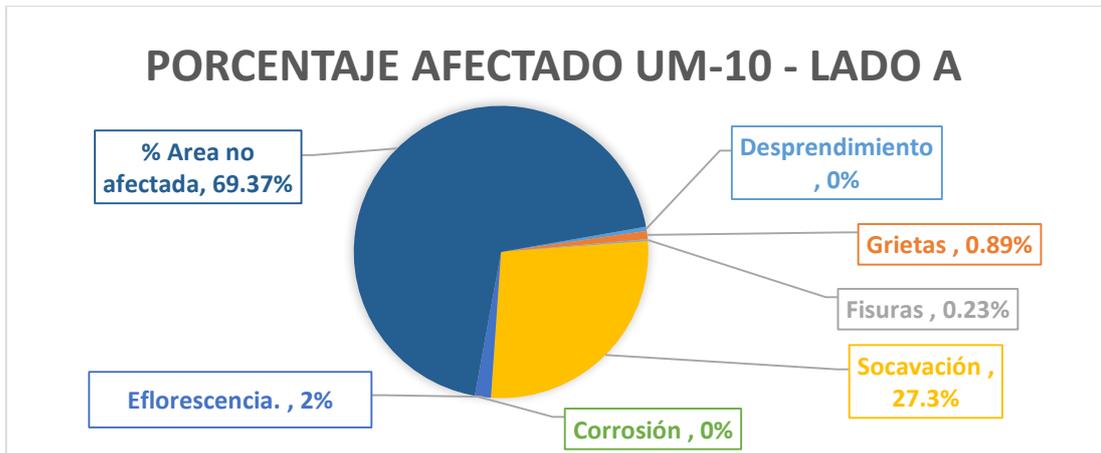
Tabla 16: Evaluación de la UM-10.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-10-ESTRIBO IZQUIERDO						
		TITULO: “Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018”				
AUTOR:	Bach. Wilfredo J. Blas Campos		UBICACIÓN:	PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Centro poblado de Mullaca, Distrito de Tarica - Huaraz- Ancash		
ASESOR:	Mgtr. Victor Hugo Cantu Prado		FECHA:	20/11/2018		
PATOLOGÍA	Niveles de severidad			IMAGEN PANORÁMICO		
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)			
Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ m}^3$			
Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$			
Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$			
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación			
Eflorescencia. (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$			
Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$			
LADO A	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m <sup>2</sup> )	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
	Desprendimiento	0.01	0.17	0%	-	
	Grietas	0.01 mm	0.32	0.89%	Leve	
	Fisuras	0.4 mm	0.08	0.23%	Leve	
	Socavación	1.6	9.78	27.3%	Severo	
	Eflorescencia.	2%	0.63	2%	Leve	
	Corrosión	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			69.37%		
35.86 m <sup>2</sup>	NIVEL DE SEVERIDAD:		Severo	ÁREA AFECTADA:	9.78 m <sup>2</sup>	Patología: Socavación
LADO B	(D)	0.01	0.17	3%	-	
	(G)	0.01 mm	0.32	5.06%	Leve	
	(F)	0.4 mm	0.08	1.31%	Leve	
	(S)	1.6	0.50	7.9%	Severo	
	(Ef)	10%	0.63	10%	Leve	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			73.03%		
6.32 m <sup>2</sup>	NIVEL DE SEVERIDAD:		Severo	ÁREA AFECTADA:	0.17 m <sup>2</sup>	Patología: Socavación
LADO C	(D)	0.01	0.17	3%	-	
	(G)	0.01 mm	0.32	5.87%	Leve	
	(F)	0.4 mm	0.08	1.52%	Leve	
	(S)	1.6	0.65	11.9%	Severo	
	(Ef)	12%	0.63	12%	Leve	
	(Co)	-	-	-	-	
Área total:	% Área no afectada			65.97%		
5.45 m <sup>2</sup>	NIVEL DE SEVERIDAD:		Severo	ÁREA AFECTADA:	0.17 m <sup>2</sup>	Patología: Socavación

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es la Socavación, haciendo así calificar a la UM-10-Lado A, Lado B y el Lado C, de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO.

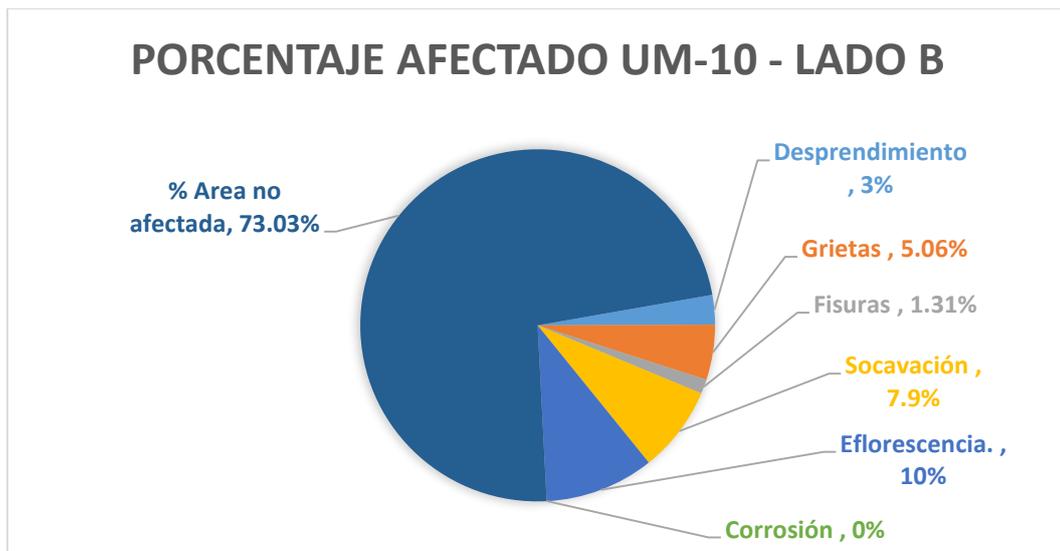
Gráfica. 27: Porcentaje de afectación patológica UM-10- Lado A.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la Socavación es la patología con mayor incidencia en el lado A de la UM-10, con un porcentaje del 27.3% del área total.

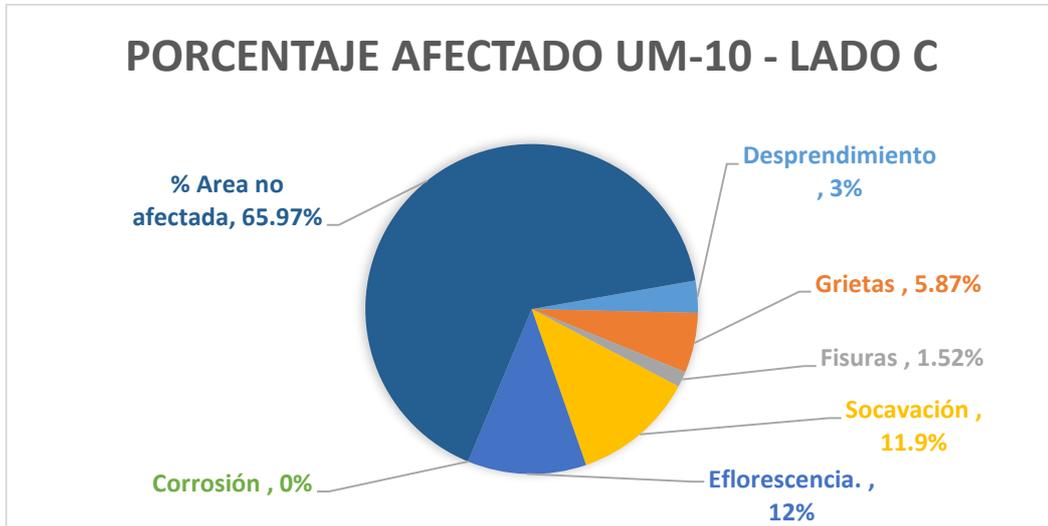
Gráfica. 28: Porcentaje de afectación patológica UM-10- Lado B.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la Socavación es la patología con mayor incidencia en el lado B de la UM-10, con un porcentaje del 7.9% del área total.

*Gráfica. 29: Porcentaje de afectación patológica UM-10- Lado C.*

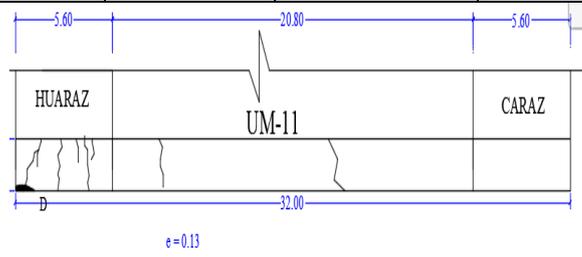
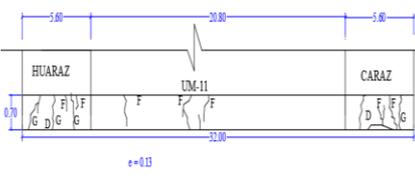
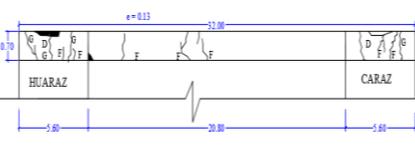


*Fuente: Elaboración propia 2018.*

De la gráfica se puede observar que la Socavación es la patología con mayor incidencia en el lado C de la UM-10, con un porcentaje del 11.9% del área total.

### 4.1.12 Resultados de la Unidad Muestral – 11.

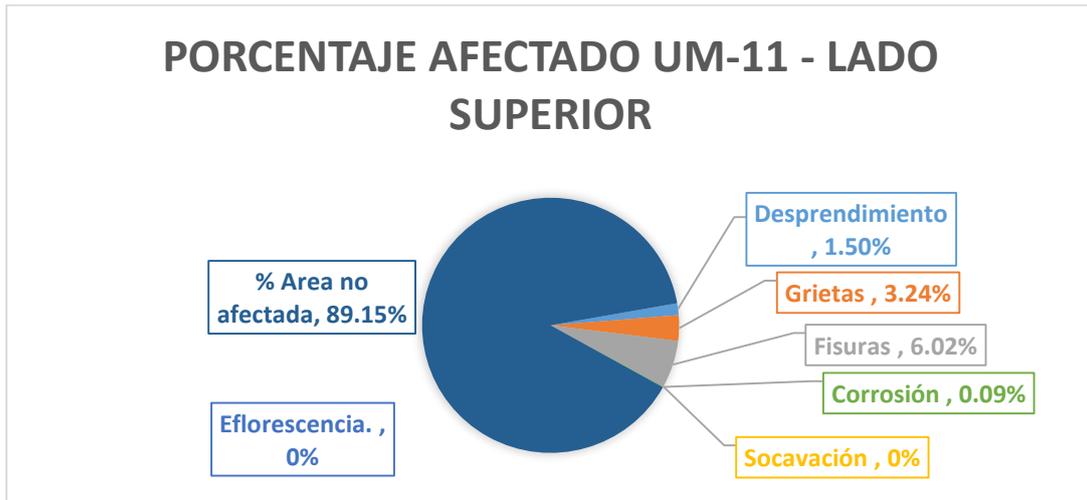
Tabla 17: Evaluación de la UM-11.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-11- VEREDA 01						
		<b>TITULO: “Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Tarica, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018”</b>				
		<b>AUTOR:</b> Bach. Wilfredo J. Blas Campos		<b>UBICACIÓN:</b> PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Centro poblado de Mullaca, Distrito de Tarica - Huaraz- Ancash		
<b>ASESOR:</b> Mgr. Victor Hugo Cantu Prado		<b>FECHA:</b>		20/11/2018		
PATOLOGÍA	Niveles de severidad					
	Leve (L)	Moderado (M)	Severo (S)			
Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ m}^3$			
Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$			
Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$			
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación			
Eflorescencia. (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$			
Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$			
						
Lado y área total.	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado:
LADO SUPERIOR	Desprendimiento	0.012 m3	0.34	1.50%	Severo	
	Grietas	0.8 mm	0.73	3.24%	Moderado	
	Fisuras	0.4 mm	1.35	6.02%	Severo	
	Socavación	-	0.00	-	-	
	Eflorescencia.	-	0.00	-	-	
	Corrosión	0.1	0.02	0.09%	Moderado	
Área total:	% Área no afectada			89.15%		
22.40 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Severo		ÁREA AFECTADA: 0.34 m2	Patología: Desprendimiento		
LADO INFERIOR	(D)	0.017m3	1.66	17.33%	Severo	
	(G)	1.4 mm	0.73	7.56%	Severo	
	(F)	1.3 mm	1.35	14.04%	Severo	
	(S)	-	0.00	-	-	
	(Ef)	-	0.00	-	-	
	(Co)	0.2	0.03	0.31%	Severo	
Área total:	% Área no afectada			60.76%		
9.60 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Severo		ÁREA AFECTADA: 1.66 m2	Patología: Desprendimiento		
LADO LATERAL	(D)	0.014 m3	0.13	3.06%	Severo	
	(G)	0.8 mm	0.33	7.84%	Moderado	
	(F)	1.2 mm	0.45	10.77%	Severo	
	(S)	0	0	-	-	
	(Ef)	0	0	-	-	
	(Co)	0.2	0.03	0.72%	Leve	
Área total:	% Área no afectada			77.61%		
4.16 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: Severo		ÁREA AFECTADA: 0.13 m2	Patología: Desprendimiento		

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es el Desprendimiento, haciendo así calificar a la UM- 10-Lado Superior, Lado Inferior y el Lado Lateral, de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO.

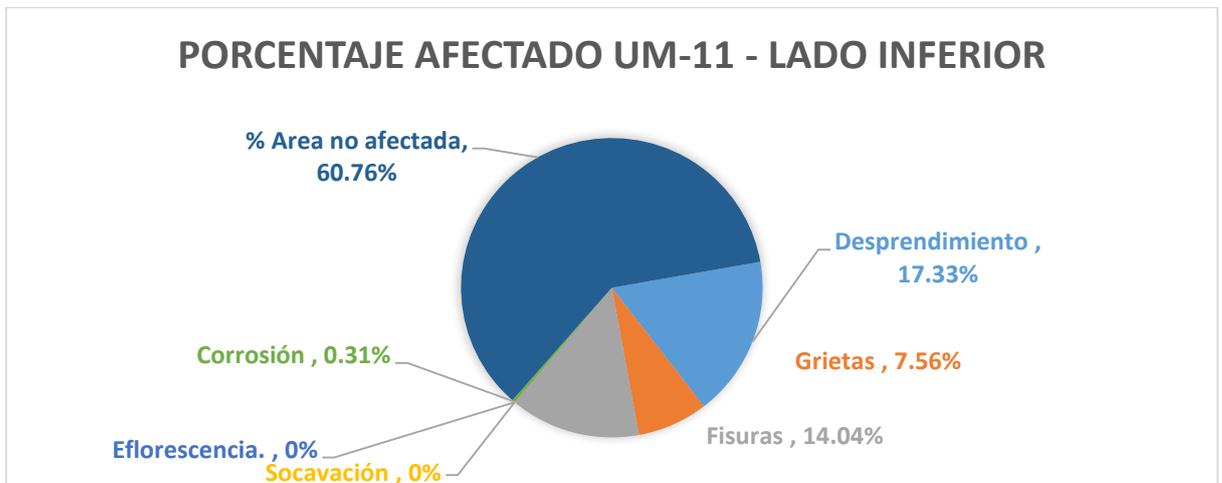
Gráfica. 30: Porcentaje de afectación patológica UM-11- Lado Superior.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado superior de la UM-11, con un porcentaje del 6.02% del área total.

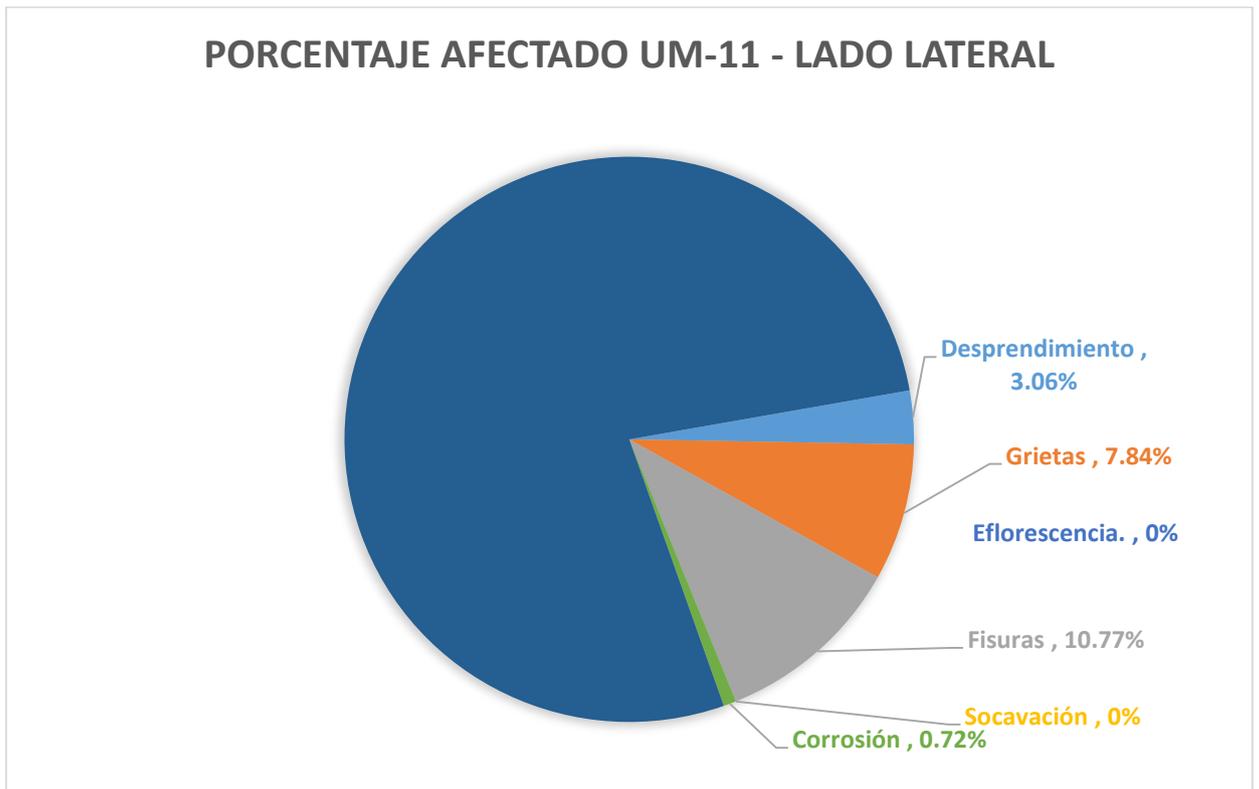
Gráfica. 31: Porcentaje de afectación patológica UM-11- Lado Inferior.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que el desprendimiento es la patología con mayor incidencia en el lado inferior de la UM-11, con un porcentaje del 17.33% del área total.

Gráfica. 32: Porcentaje de afectación patológica UM-11- Lado Lateral.

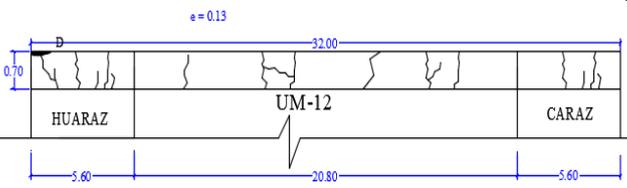
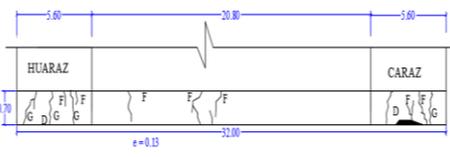
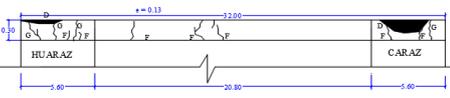
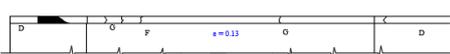


Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que las fisuras es la patología con mayor incidencia en el lado lateral de la UM-11, con un porcentaje del 10.77% del área total.

### 4.1.13 Resultados de la Unidad Muestral – 12.

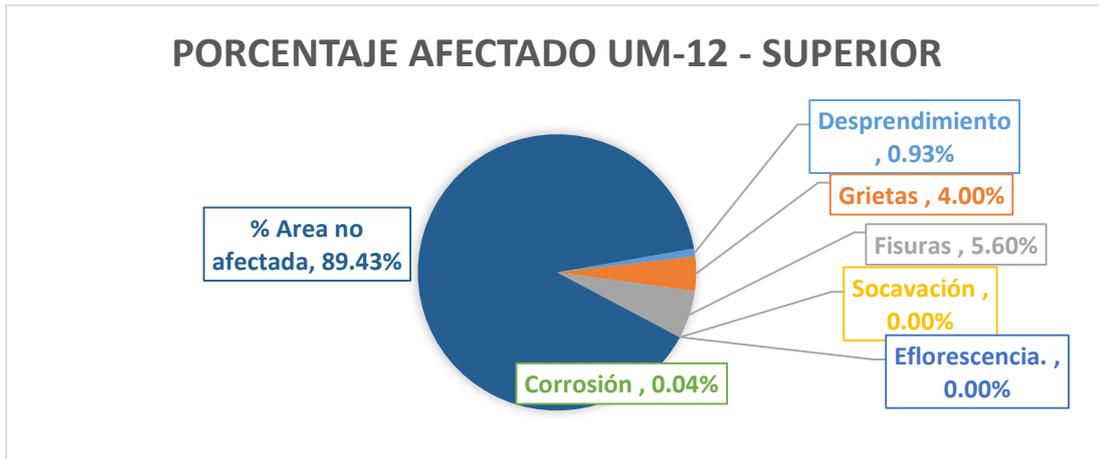
Tabla 18: Evaluación de la UM-12.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
FICHA DE EVALUACIÓN-UNIDAD MUESTRAL-12 - VIGA 02						
		TITULO: “Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018”				
AUTOR:	Bach. Wilfredo J. Blas Campos		UBICACIÓN:	PE-3N Tramo Huaraz- Caraz- Centro poblado de Mullaca, Distrito de Tarica - Huaraz-Ancash		
ASESOR:	Mgr. Víctor Hugo Cantu Prado		FECHA:	20/11/2018		
PATOLOGÍA	Niveles de severidad					
	Lleve (L)	Moderado (M)	Severo (S)			
Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ m}^3$			
Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$			
Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$			
Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación			
Eflorescencia. (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$			
Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$			
						
Lado y área total.	Patología	Magnitud de la Patología.	Área con patología (m2)	% Área afectada	Nivel de Severidad.	Detalle por lado: 
LADO SUPERIOR	Desprendimiento	0.01 m3	0.21	0.93%	SEVERO	
	Grietas	1.1 mm	0.90	4.00%	SEVERO	
	Fisuras	1.7	1.25	5.60%	SEVERO	
	Socavación	-	0.00	-	-	
	Eflorescencia.	-	0.00	-	-	
	Corrosión	0.4 mm	0.01	0.04%	SEVERO	
Área total:	% Área no afectada			89.43%		
22.40 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: SEVERO		ÁREA AFECTADA: 0.21 m2		Patología: Desprendimiento	
LADO INFERIOR	(D)	0.02 m3	0.26	2.66%	SEVERO	
	(G)	0.9 mm	0.90	9.33%	SEVERO	
	(F)	2 mm	0.95	9.94%	SEVERO	
	(S)	-	0.00	-	-	
	(EF)	-	0.00	-	-	
	(Co)	0.3 mm	0.01	0.10%	SEVERO	
Área total:	% Área no afectada			77.97%		
9.60 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: SEVERO		ÁREA AFECTADA: 0.26 m2		Patología: Desprendimiento	
LADO LATERAL	(D)	0.01 m3	0.07	1.69%	SEVERO	
	(G)	1.2 mm	0.12	2.88%	SEVERO	
	(F)	0.9 mm	0.24	5.77%	SEVERO	
	(S)	-	0.00	-	-	
	(EF)	-	0.00	-	-	
	(Co)	0.35 mm	0.01	0.24%	SEVERO	
Área total:	% Área no afectada			89.42%		
4.16 m2	NIVEL DE SEVERIDAD: SEVERO		ÁREA AFECTADA: 0.07 m2		Patología: Desprendimiento	

Fuente: Elaboración propia 2018.

A partir de la ficha de evaluación, se pudo observar que la lesión patológica con mayor rango de daño es el Desprendimiento, haciendo así calificar a la UM- 12-Lado Superior, Lado Inferior y el Lado Lateral, de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO.

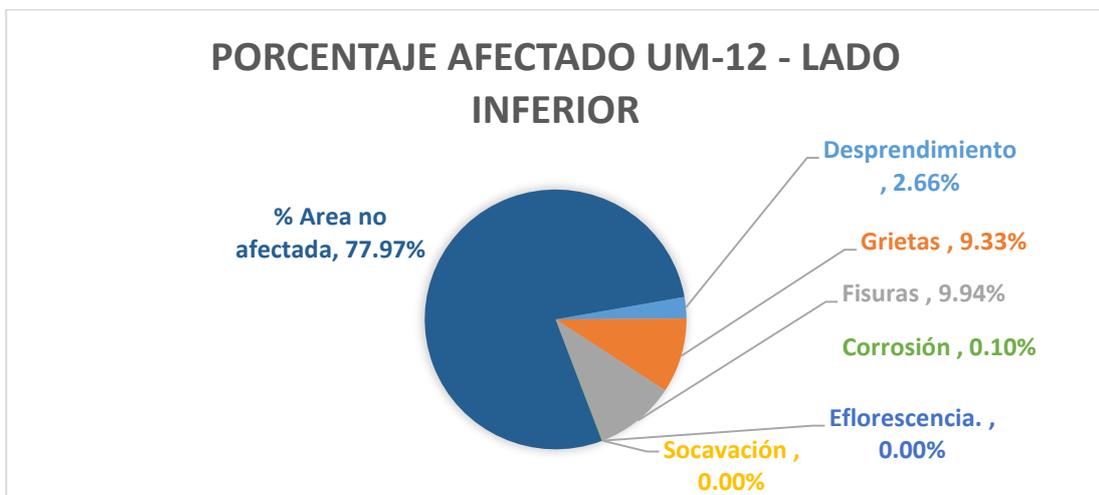
Gráfica. 33: Porcentaje de afectación patológica UM-12- Lado Superior.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado superior de la UM-12, con un porcentaje del 5.60% del área total.

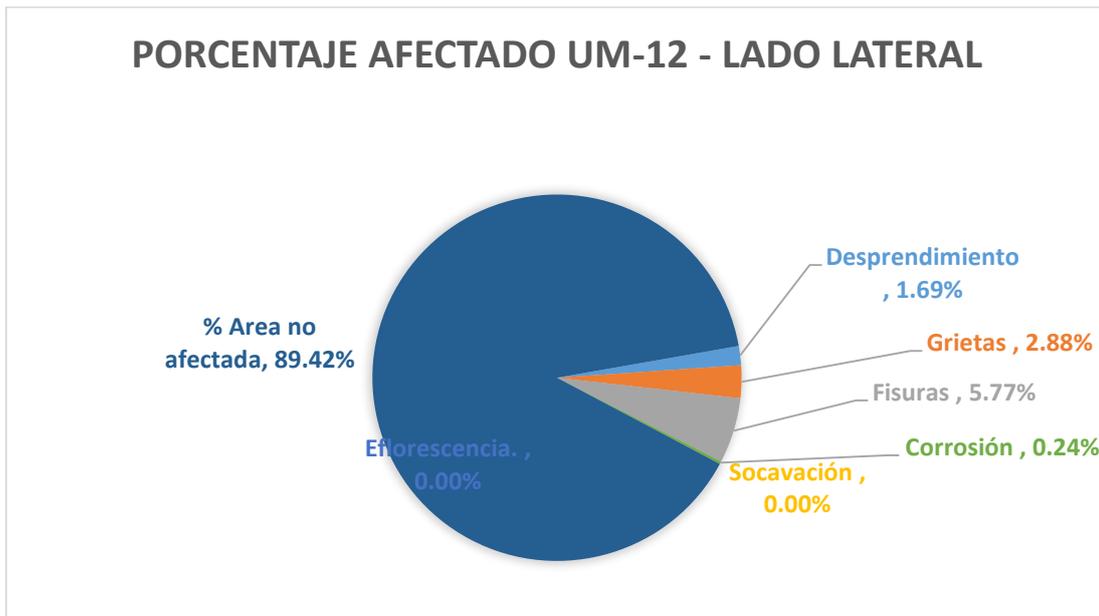
Gráfica. 34: Porcentaje de afectación patológica UM-12- Lado Inferior.



Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado superior de la UM-12, con un porcentaje del 9.94% del área total.

Gráfica. 35: Porcentaje de afectación patológica UM-12- Lado Lateral.



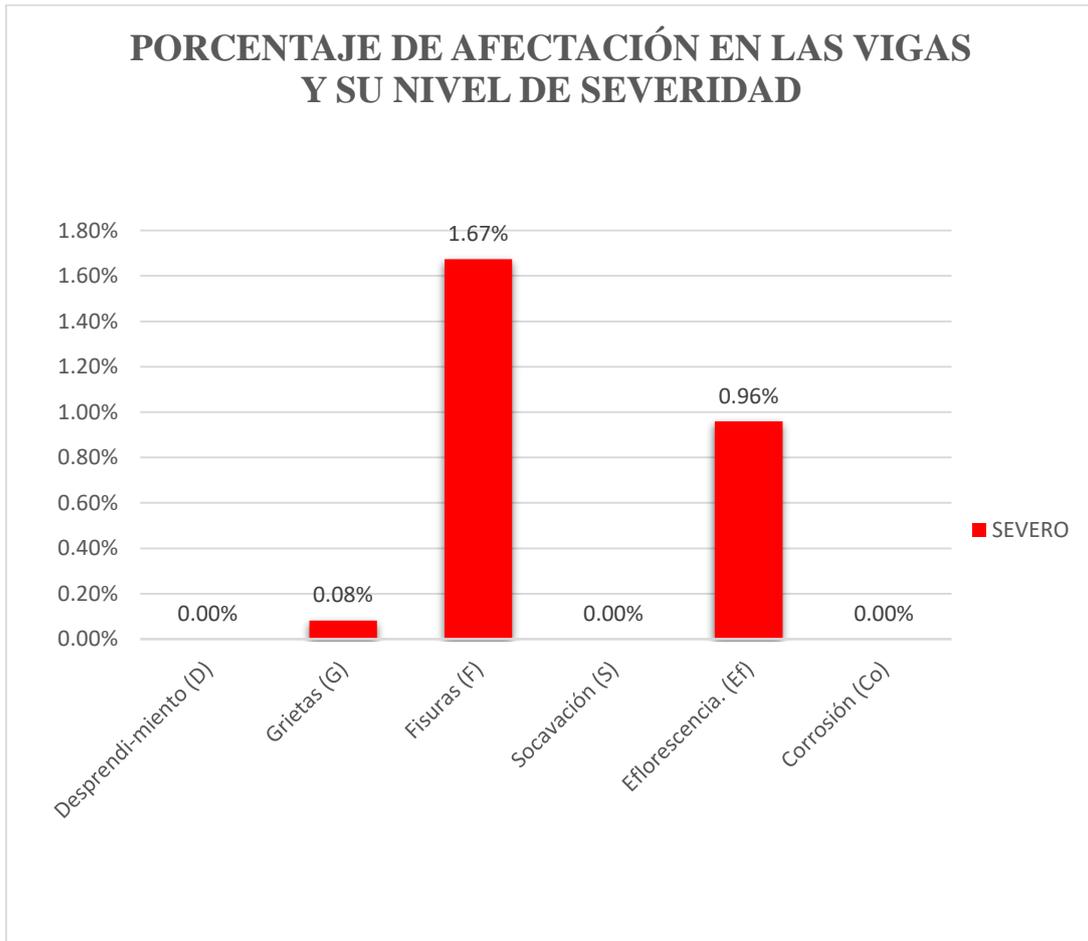
Fuente: Elaboración propia 2018.

De la gráfica se puede observar que la fisura es la patología con mayor incidencia en el lado lateral de la UM-12, con un porcentaje del 5.77% del área total.

#### 4.1.5 Elementos estructurales con mayor daño y porcentaje de afectación:

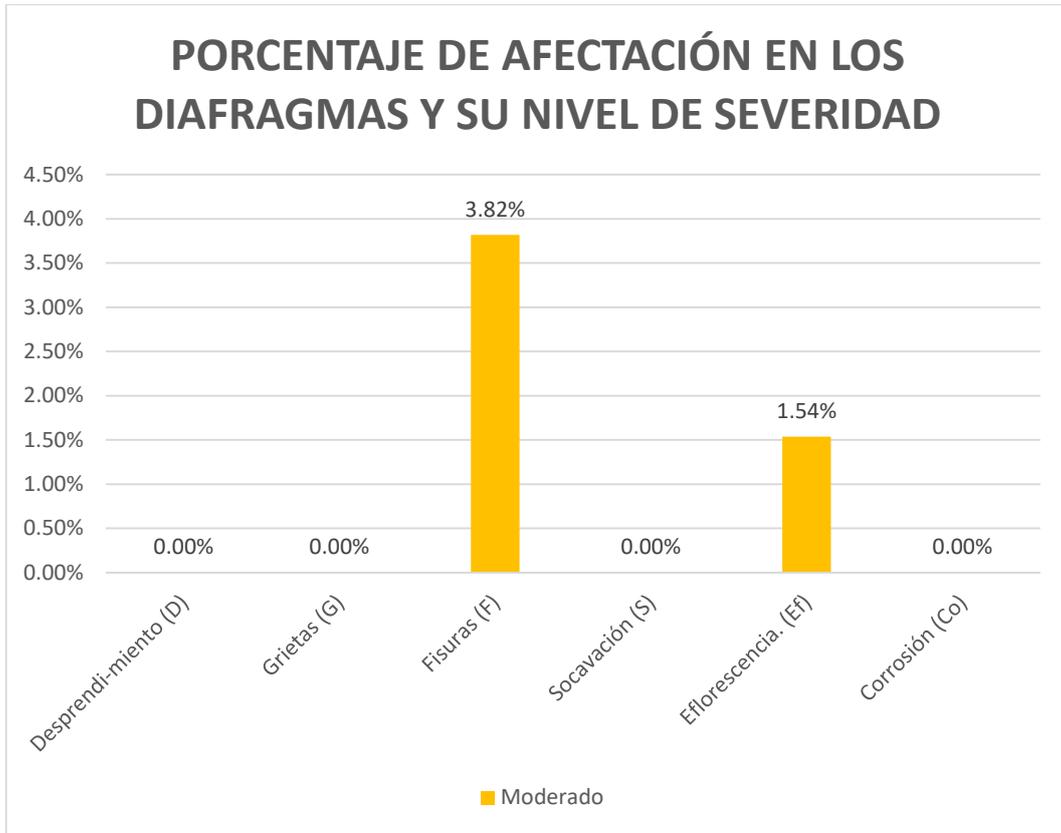
De acuerdo a las tablas y gráficos anteriores, se obtuvo las siguientes gráficas, los cuales describen el porcentaje de afectación y el nivel de severidad que presentan cada tipo de elemento estructural.

Gráfica. 36: Porcentaje de afectación en Vigas y su nivel de severidad.



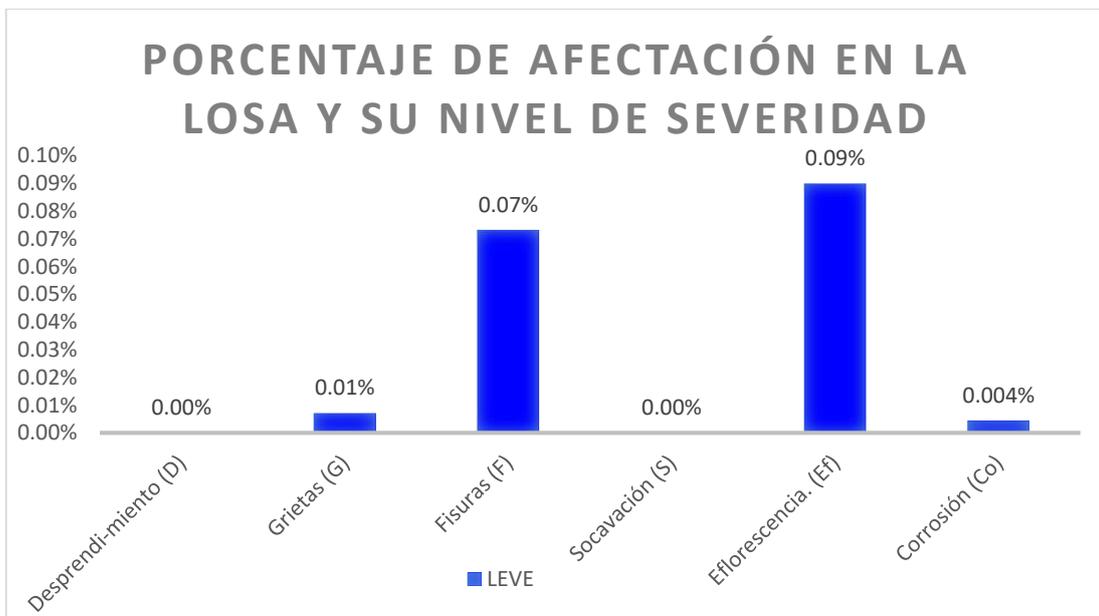
Fuente: Elaboración propia 2018.

Gráfica. 37: Porcentaje de afectación en Diafragmas y su nivel de severidad..



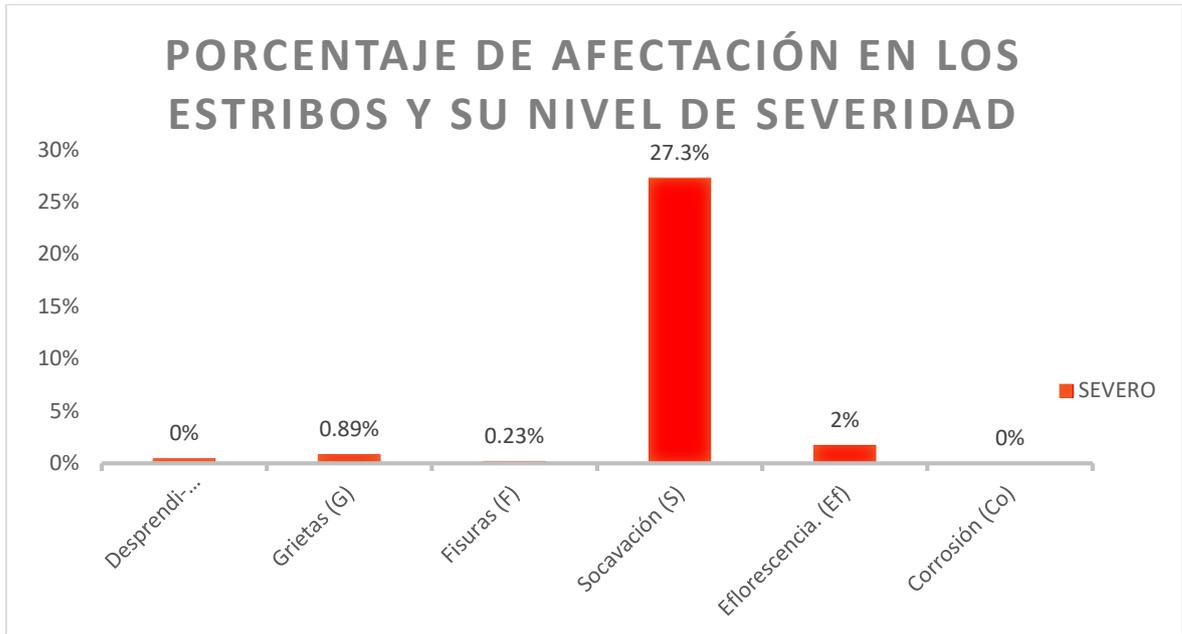
Fuente: Elaboración propia 2018.

Gráfica. 38: Porcentaje de afectación en la losa del puente y su nivel de severidad.



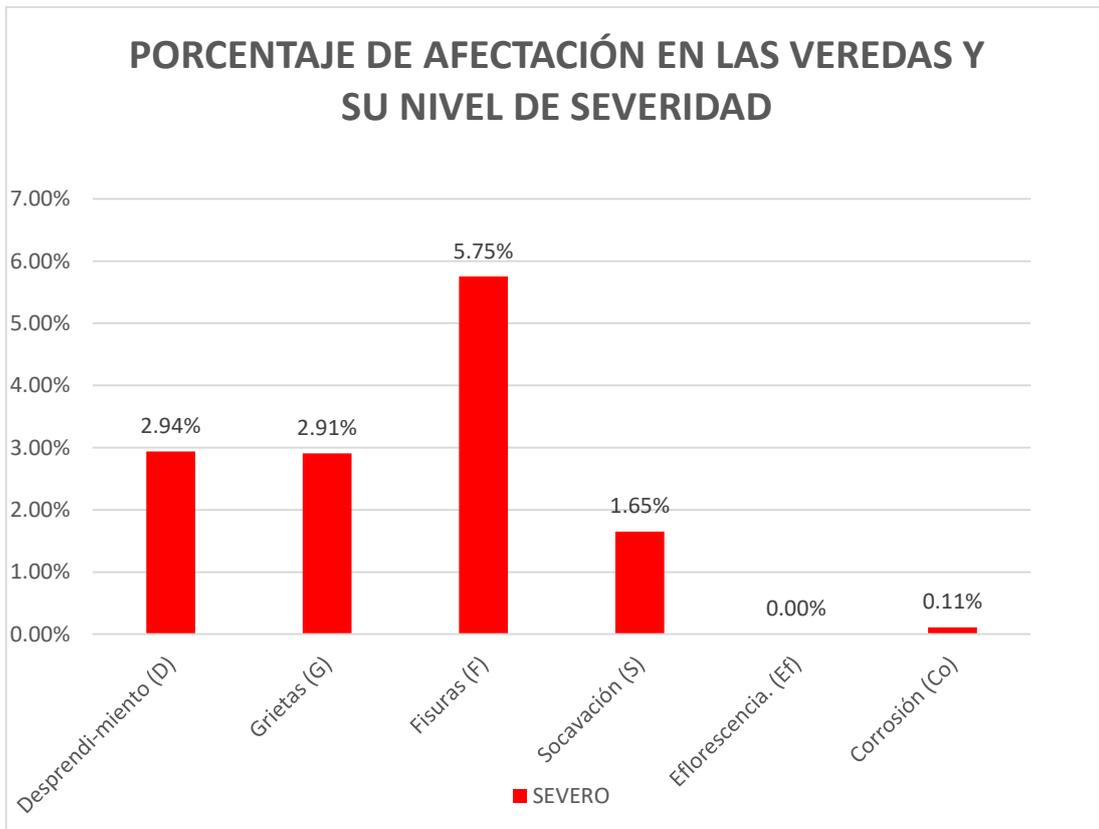
Fuente: Elaboración propia 2018.

Gráfica. 39: Porcentaje de afectación en Estribos y su nivel de severidad.



Fuente: Elaboración propia 2018.

Gráfica. 40: Porcentaje de afectación en Veredas y su nivel de severidad.



Fuente: Elaboración propia 2018.

## 4.2 Análisis de resultados.

- De acuerdo a los gráficos y ficha de evaluación, y de acuerdo a los niveles de severidad, se encuentran en un nivel: UM - 04 – leve; UM - 05 – moderado; UM-06-leve; UM-07 - leve y UM-08-Leve. Cabe mencionar que este resultado no significa que estos elementos estructurales deben ser ignorados o pasado por alto, sino que se debe considerar realizar reparaciones ya que presentan lesiones que podrían acrecentarse en un futuro.
- A partir de las fichas de evaluación y gráficos de incidencia patológica, se encontró que la, y UM-09, debido a la magnitud de las lesiones mecánicas que presenta, sus niveles de severidad son, MODERADO, y cabe mencionar que son elementos estructurales que soportan todas las cargas que actúan sobre el puente, por lo que dichos resultados son alarmantes, ya que podrían acrecentar estas lesiones y podrían provocar el colapso del puente.
- Las UM-01, UM-02, UM-03, UM-10, UM-11 Y UM-12 son los elementos estructurales que mayor daño presentan, los cuales presentan: Fisuras con una abertura de 1.4 mm, Socavación con una profundidad mayor a 0.50 m, Desprendimiento con un volumen de 0.01 m<sup>3</sup> y Corrosión que afecta en 0.2 mm el espesor del diámetro del acero, haciendo calificar a dichas Unidades Muestrales de acuerdo a su nivel de severidad: SEVERO.
- En el proceso de evaluación de los datos no se consideró el apoyo móvil del puente, ya que no es un elemento de concreto, pero si es parte del puente por lo que a continuación escribiremos de forma detallada las condiciones de este apoyo móvil: El apoyo móvil está hecho de neopreno, e cual debido al paso del tiempo y al estar en la intemperie se ha deteriorado, además debido al peso

de la propia superestructura del puente y el tráfico vehicular, se ha reducido a una lámina muy delgada, impidiendo que pueda trabajar como un apoyo móvil, creándose así una restricción a causa de la fricción entre las vigas longitudinales y los estribos sobre el cual están apoyados.

## V. CONCLUSIONES.

- Se concluye que las patologías con mayor incidencia son la **grieta** con un porcentaje del 2.91%, la **fisura** con un porcentaje del 5.75 %, el **desprendimiento** con un porcentaje del 2.94% y la **socavación** con un porcentaje del 27.3%, los cuales afectan la integridad y la condición de servicio del puente Mullaca.
- La UM-01 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO, debido a que presenta fisuras de 1.1 mm de abertura, y el lado B es el más afectado, presentando una incidencia del 2% del área total, por lo que se concluye que de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: REGULAR.
- La UM-02 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO, debido a que presenta fisuras de 1.3 mm de abertura, y el lado C es el más afectado, presentando una incidencia del 2.64% del área total, por lo que se concluye que de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: REGULAR.
- La UM-03 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO, debido a que presenta fisuras de 1.3 mm de abertura, y el lado C es el más afectado, presentando una incidencia del 2.90% del área total, por lo que se concluye que de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: REGULAR.

- La UM-04 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, LEVE, debido a que presenta fisuras de 0.1 mm de abertura, y el lado C es el más afectado, presentando una incidencia del 7.14% del área total, por lo que se concluye que de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: BUENO.
- La UM-05 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, LEVE, debido a que presenta fisuras de 0.1 mm de abertura, y el lado C es el más afectado, presentando una incidencia del 8.73% del área total, por lo que se concluye que de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: BUENO.
- La UM-06 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, LEVE, debido a que presenta fisuras de 0.1 mm de abertura, y el lado C es el más afectado, presentando una incidencia del 9.11% del área total, por lo que se concluye que de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: BUENO.
- La UM-07 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, LEVE, debido a que presenta fisuras de 0.1 mm de abertura, y el lado C es el más afectado, presentando una incidencia del 7.32% del área total, por lo que se concluye que de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: BUENO.

- La UM-08 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO, debido a que presenta fisuras de 0.4 mm de abertura, y el lado Inferior es el más afectado, presentando una incidencia del 0.15% del área total, por lo que se concluye que de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: REGULAR.
- La UM-09 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, MODERADO, debido a que presenta Socavación de 0.45 m de profundidad en el lado A, presentando una incidencia del 10.9% del área total, por lo que se concluye de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: REGULAR.
- La UM-10 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO, debido a que presenta Socavación de 1.60 m de profundidad, y el lado A es el más afectado, presentando una incidencia del 27.3% del área total, por lo que se concluye de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: REGULAR.
- La UM -11 tiene una calificación de acuerdo al nivel de severidad, SEVERO debido a que presenta grietas con una abertura de 0.8 mm y desprendimientos con una incidencia del 17.33% del área total y un volumen de 0.017m<sup>3</sup>, por lo que se concluye de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: REGULAR.

- La UM -12 lado lateral es el más afectado ya que presenta grietas con una abertura de 1.2 mm, con una incidencia de 9.33% del área total, por lo que se concluye de acuerdo a la condición de servicio determinado por el M.T.C y los indicadores presentados en el cuadro de operación de variables es: REGULAR.
- De acuerdo a las condiciones en las que se encuentra el puente, y con la ayuda de nivel de condición de un puente según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se determinó que la condición de servicio del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, el cual es REGULAR.

## **Aspectos complementarios**

### **A) Recomendaciones.**

- Se recomienda realizar un mantenimiento completo del puente, interviniéndose de manera específica en la base de los estribos, en las Vigas, en las losas, en las veredas y barandas.
- Las barandas requieren ser empotradas a las veredas, para ello se debe soldar aceros en la base de las barandas para que luego sea vaciado en concreto y así quede fijado a la vereda.
- Se recomienda realizar el cambio de los apoyos móviles de neopreno ya que estos se encuentran completamente deteriorados.
- Se recomienda subsanar las estructuras que presentan grietas rellenándolas con masillas epóxicas bicomponentes y reforzar la viga con fibra de carbono, para así poder reforzar la estructura y aumentar su resistencia.
- Se recomienda intervenir en la vereda, para reparar los desprendimientos con la ayuda de un anticorrosivos para que la corrosión no avance, además rellenar los fragmentos desprendido con la ayuda de un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas el cual permite la impregnación del concreto nuevo al antiguo y así pueda seguir cumpliendo su función.
- Se recomienda realizar una defensa con gaviones en la base de los estribos con la finalidad de impedir que el río continúe socavando.

## Referencias bibliográficas.

1. Panqueva Rada JE. Análisis de Patologías Físicas de Puentes Vehiculares en Concreto En La Localidad De Chapinero – 2015.Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCa [tesis]. BOGOTÁ; 2015 [cited 2018]. Available from: <http://hdl.handle.net/10983/2928>.
2. Peñuela Bejarano, Elkin , Sossa Espitia, Julio José. Patologías Mecánicas Presentes En Los Puentes Vehiculares De La Localidad De Fontibón- 2015.Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCa [Tesis]. BOGOTÁ; 2015 [cited 2018]. Available from: [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2930/5/RAE\\_TG\\_Julio\\_Sossa\\_y\\_Elkin\\_Pe%c3%bluela.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2930/5/RAE_TG_Julio_Sossa_y_Elkin_Pe%c3%bluela.pdf).
3. Cordova Castillo SF. Determinación y evaluación de las patologías de concreto armado del puente tipo viga Saman y sus elementos estructurales mallares Sullana - Piura Abril 2018 [tesis]. Piura; 2018. Available from: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/5673>.
4. Mariñas CDF. Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto Armado en los Elementos Estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una Longitud De 423.80 Mts, en el Distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, abril - 2018.. PIURA; 2018 [cited 2018 Setiembre]. Available from: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/5013>.

5. Villacorta A.. Evaluación y Determinación de las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares: Puente Simón Bolívar y Puente Confraternidad Internacional Este. 2014..
6. Cano SL. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego de Antapluy entre las progresivas 1 + 000 al 2 + 000 en el centro poblado de Paltay, del distrito de [Tesis]. HURAZ; 2018 [cited 2018 Noviembre. Available from: [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/5404/CANAL\\_CONCRETO\\_PATOLOGIAS\\_CANO\\_SAMANEZ\\_SANDRO\\_LUIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/5404/CANAL_CONCRETO_PATOLOGIAS_CANO_SAMANEZ_SANDRO_LUIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. MANUAL DE PUENTES-; 2016 [cited 2018 09 21. Available from: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/8044.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/8044.pdf).
8. Fajardo Niño JA,&VPWE. Diseño Simplificado de Puentes,Educación Virtual Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.; 2014. Available from: <http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/45.pdf>.
9. WIKIPEDIA. VIGA [Artículo]. [cited 2018. Available from: <https://es.wikipedia.org/wiki/Viga>.
10. Seminario M.. Guía para el Diseño de Puentes cons Vigas y Losas [tesis]. Piura; 2004 [cited 2018. Available from: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1364/ICI\\_112.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1364/ICI_112.pdf).

11. Aranís C. Análisis y Diseño de Puentes de Concreto Armado, Método Aashto – Lrfd. Primera ed. ed. Lima: Aci-Uni; 2006.
12. Oseguera L BRCO. Elementos Estructurales de Concreto y Concreto Reforzado [seriada en líneas].; 2012 [cited 2018 setiembre. Available from: <https://es.scribd.com/doc/95013368/Elementos-estructurales>.
13. O. C. Puentes Partes de un puente [seriada en línea].; 2016 [cited 2018 setiembre. Available from: <http://es.slideshare.net/EMANECERS/partes-de-un- puente-59442007>.
14. PUENTE CARDENAS GS. REPOSITORIO - Escuela Politécnica del Ejercito. [Online].; 2007 [cited 2018 Agosto 09. Available from: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1633/1/T-ESPE-014821.pdf>.
15. C. B. Enciclopedia Broto de patologías de la construcción. Barcelona:. [Online].; 2005 [cited 2016 Abril 05. Available from: [http://higienyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia\\_broto\\_de\\_patologias\\_de](http://higienyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de).
16. Ortega Y, Quintero K. Durabilidad del Concreto [seriada en línea].; 2015 [cited 2018 Octubre. Available from: <https://prezi.com/bjull8e1e13f/durabilidad-del-concreto/>.
17. J. C. patología de las estructuras de hormigón armado y pretensado. 2nd ed. Madrid y Ribadeo , editor. España: Intemac; 1996.

18. Guzmán Sd. Durabilidad y Patología del Concreto. 2nd ed. Santa Fé de Bogotá,: Asocreto; 2011.
  
19. Enciso Navarro PD. Estudio Hidraulico y Estimación de Socavacion en Puente Interconexión Mayurina-Ayacucho. [Tesis].; 2015 [cited 2018 Noviembre 25. Available from: [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/788/Tesis%20Civ436\\_Enc.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/788/Tesis%20Civ436_Enc.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
  
20. Rivva E. Durabilidad y Patología del Concreto. [seriada en línea].; 2006 [cited 2018 Octubre. Available from: <http://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidad-y-patologiadelconcretoenriquerivval>.
  
21. Monjo J. Patologías de cerramientos y acabados arquitectónicos. 2nd ed. Leria , editor. Madrid, España: Munilla; 1997.
  
22. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. “GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES“.; 2006.
  
23. (MOPT) MdOPyT. Manual de Inspección de Puentes [Manual].; 2007 [cited 2018 Diciembre. Available from: [https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/31625228-76c4-44cf-963e-8d8b31540a79/manual\\_inspeccion2007.pdf?MOD=AJPERES](https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/31625228-76c4-44cf-963e-8d8b31540a79/manual_inspeccion2007.pdf?MOD=AJPERES).
  
24. Espinoza JKC. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Lucma, progresivas(1+000 al 2+000) del caseríode Lucma, del Distrito de Tarica, Provincia de Huaraz, [Tesis]. Huaraz; 2018 [cited 2018

- Diciembre. Available from:  
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/5364>.
25. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL, POR TIPO DE VEHÍCULO, SEGÚN TRAMOS VIALES [INFORME].; 2006 [cited 2018 NOVIEMBRE. Available from:  
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2\\_uibd.nsf/4AB1D5E4A18F4F37052575A6005EC82D/\\$FILE/INDICE\\_MEDIO\\_DIARIO\\_DE\\_TRAFICO\\_TIPO\\_VEHICULO\\_2006.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/4AB1D5E4A18F4F37052575A6005EC82D/$FILE/INDICE_MEDIO_DIARIO_DE_TRAFICO_TIPO_VEHICULO_2006.pdf).
26. Wigodski J. Tecnicas de Investigación. [Cifrado en red.]; 2010 [cited 2018. Available from:  
Available from:  
<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/variables.html>.
27. Tecnicas de estudio. [Online]. [cited 2018. Available from: <http://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion36.htm>.
28. Centifor. Guía para la evaluación de impacto. [seriada en línea]. [cited 2018 Octubre. Available from: <http://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/como-se-construyen-indicadores>.
29. ULADECH RDL. CÓDIGO DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN [CÓDIGO DE ÉTICA]. CHIMBOTE. Available from:  
<https://www.uladech.edu.pe/images/stories/universidad/documentos/2016/codigo-de-etica-para-la-investigacion-v001.pdf>.

**Anexos.**

**Anexo N°01: Vista panorámica del puente Mullaca.**



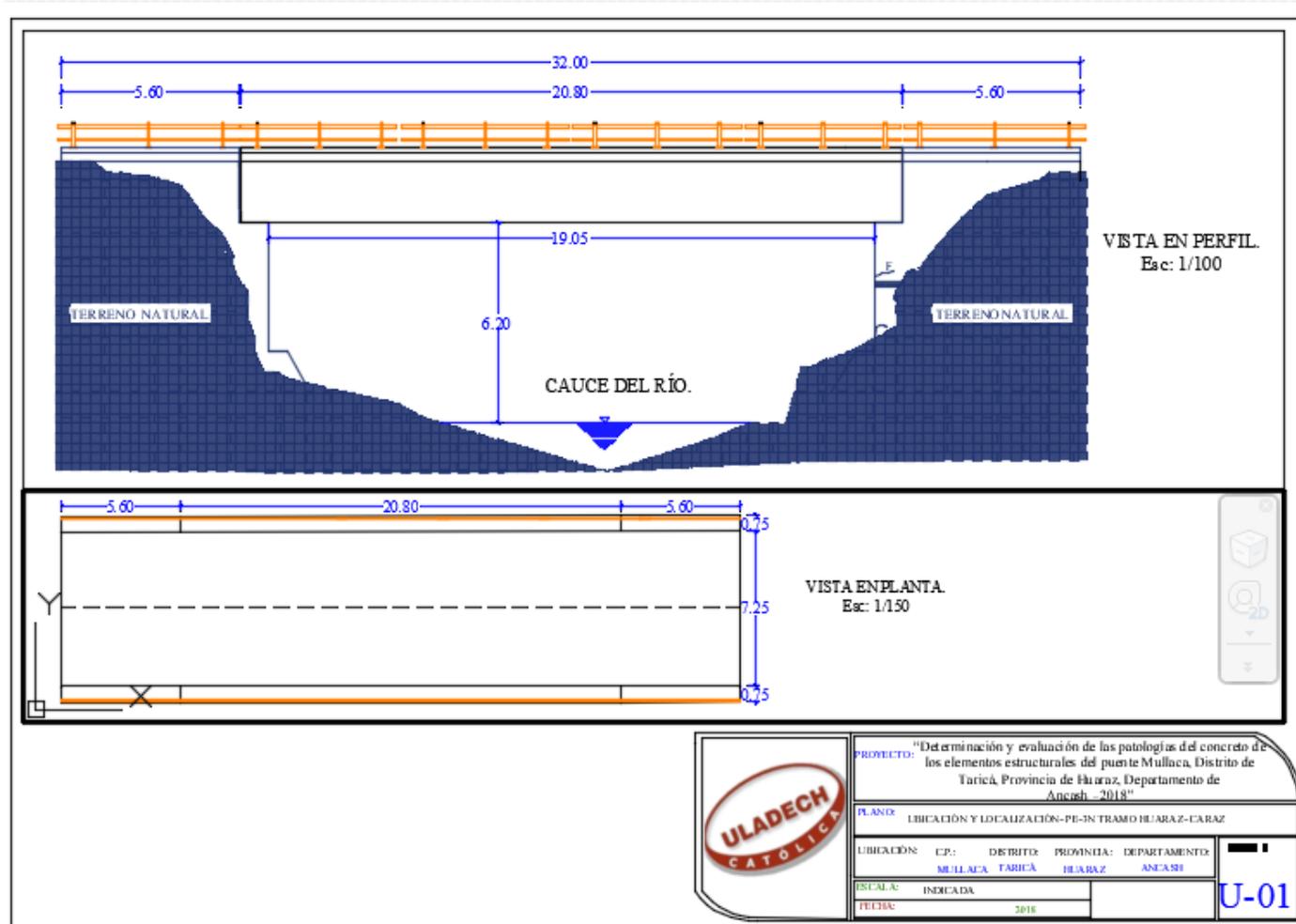
*Fotografía 1: Vista panorámica del puente Mullaca*

Anexo N°02: Plano de Ubicación Y Localización.



Fuente: Elaboración propia 2018.

Anexo N°03: Plano del Puente.



Fuente: Elaboración propia 2018



Anexo N° 06: Fichas de evaluación.

Tabla 20: Ficha de evaluación de datos,

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		FACULTAD DE INGENIERÍA			ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCION DE DATOS									
TITULO: "Determinación y evaluación de las patologías del concreto de los elementos estructurales del puente Mullaca, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash –2018"									
UNIDAD DE MUESTRAL .....									
AUTOR:		Bach. Wilfredo J. Blas Campos			HORA:				
ASESOR:		Mgtr. Víctor Hugo Cantu Prado			FECHA:				
DESCRIPCIÓN:					UBICACIÓN:				
Descripción.	Patología	Niveles de severidad			Dimensiones			Magnitud de lesión.	CROQUIS
		Leve (L) sí/no	Moderado (M) sí/no	Severo (S) sí/no	Ancho	Largo	Alto		
Nota: La corrosión (Co) es tomada como la reducción del diámetro del acero de refuerzo en mm.									
LADO A	Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ cm}^3$					
	Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$					
	Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$					
	Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación.	Aparece socavación por la fundación					
	Eflorescencia (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$					
	Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$					
Área total:									
Observaciones:									
LADO B	Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ cm}^3$					
	Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$					
	Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$					
	Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la	Aparece socavación por la					
	Eflorescencia (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$					
	Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$					
Área total:									
Observaciones:									
LADO C	Desprendimiento (D)	$D \leq 0.000008 \text{ m}^3$	$0.000008 \text{ m}^3 \leq D < 0.000027 \text{ m}^3$	$D \geq 0.000027 \text{ cm}^3$					
	Grietas (G)	$G < 0.4 \text{ mm}$	$0.40 \text{ mm} \leq G < 1 \text{ mm}$	$G \geq 1.00 \text{ mm}$					
	Fisuras (F)	$F < 0.2 \text{ mm}$	$0.20 \text{ mm} \leq F < 0.5 \text{ mm}$	$F \geq 0.5 \text{ mm}$					
	Socavación (S)	No se observa socavación.	Se observa socavación, pero no se extiende a la	Aparece socavación por la					
	Eflorescencia (Ef)	$Ef < 10\%$	$10\% \leq Ef < 50\%$	$Ef \geq 50\%$					
	Corrosión (Co)	$Co < 0.1 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} \leq Co < 0.50 \text{ mm}$	$Co \geq 0.50 \text{ mm}$					
Área total:									
Observaciones:									

Fuente: Elaboración propia 2018.

**Anexo N° 04:** Panel fotográfico.



*Fotografía 2: Se ve la fisuras y eflorescencias.*



*Fotografía 3: Se aprecia corrosión en la parte inferior del Puente.*



*Fotografía 4: Se aprecia la eflorescencia a lo largo de la fisura.*



*Fotografía 5: Fisura considerable en la viga de apoyo.*



*Fotografía 6: Desprendimiento del concreto en la vereda del puente.*



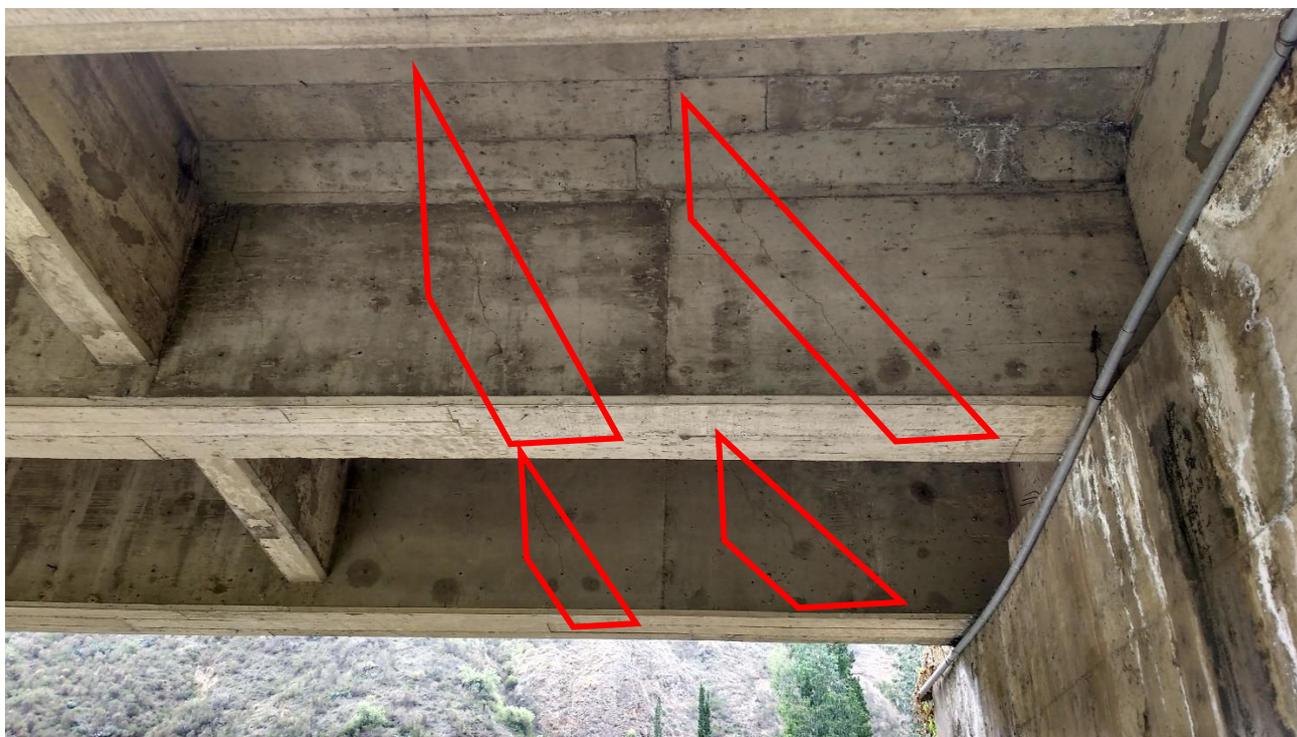
*Fotografía 7: Desempotrado de las varandas de seguridad.*



*Fotografía 8: Se ve la socavación del estribo izquierdo aguas abajo.*



*Fotografía 9: Recolección de datos de las patologías.*



*Fotografía 10: Fisuras y grietas a 45° en las vigas longitudinales.*



*Fotografía 11: Se muestra el desprendimiento y corrosión de acero producido en la vereda.*