



---

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS  
PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE  
RIEGO 2, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 KM –  
1+020 KM DEL DISTRITO DE MARCARÁ, PROVINCIA  
DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL**

**AUTORA**

**ALVA RAMÍREZ, JANETH MANESA**

**ORCID: 0000-0002-5622-7752**

**ASESOR**

**CANTU PRADO, VÍCTOR HUGO**

**ORCID: 0000-0002-6958-2956**

**HUARAZ – PERÚ**

**2019**

## **1. Título de la Tesis**

Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km - 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash – 2019.

## **2. Equipo de trabajo**

### **AUTORA**

Alva Ramírez, Janeth Manesa

ORCID: 0000-0002-5622-7752

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado,  
Huaraz, Perú

### **ASESOR**

Cantu Prado, Víctor Hugo

ORCID: 0000-0002-6958-2956

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería,  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Huaraz, Perú

### **JURADO**

Olaza Henostroza, Carlos Hugo

ORCID: 0000-0002-5385-8508

Saavedra Flores, Tomas Villavicencio

ORCID: 0000-0001-8010-6144

Dolores Anaya, Dante

ORCID: 0000-0003-4433-8997

### **3. Hoja de firma del Jurado y Asesor**

---

Mgr. Olaza Henostroza Carlos Hugo  
Presidente

---

Mgr. Saavedra Flores Tomas  
Miembro

---

Ing. Dolores Anaya Dante  
Miembro

---

Mgr. Cantu Prado Víctor Hugo  
Asesor

#### 4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

##### AGRADECIMIENTO

A **Dios**, por ser guía de mi vida, quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto y por permitir lograr cumplir mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A **los docentes** de la ULADECH – Facultad de Ingeniería Civil, por compartir sus conocimientos para el desarrollo de mi formación profesional.

A **mi Familia**, por todos sus consejos, su dedicación, su confianza y sus mejores deseos, por darme la mejor herencia la educación, gracias por el apoyo incondicional de cada uno los quiero mucho.

A **mi asesor** de tesis, por su comprensión, orientación y ayuda en todo momento para la realización de esta tesis, de igual forma a **los asesores**, por las enseñanzas y tiempo para que este proyecto se una realidad.

## **DEDICATORIA**

**A Dios**, quien supo guiarme por el buen camino, permitiéndome lograr cumplir mis objetivos y superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

**A mis padres:** Rubén que en paz descansa y Lidia por haberme apoyado en todo momento, por su perseverancia y constancia de ser una mujer de bien. **A mi hermano** David Arturo, por su apoyo y estar presente hay. **A mi enamorado** Rildo Romualdo Sevillano, por su apoyo y su comprensión incondicional.

**A toda mi familia** que confiaron en mí para la realización de esta tesis, en especial a mi tía Aydee, por todos sus consejos.

## 5. Resumen y Abstract

### RESUMEN

La presente tesis plantea como problema de investigación: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km–1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, nos permitirá obtener la condición de servicio? Para dar respuesta se plantea el objetivo general: Determinar y evaluar las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km–1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, para obtener la condición de servicio. La metodología empleada es del tipo descriptivo, mixto (cualitativo–cuantitativo), no experimental y de corte transversal; el nivel es descriptivo. La población es toda la infraestructura del Canal de riego 2 y la muestra son las progresivas 0+000km a 1+020 km, se utilizó como técnica la inspección visual y como instrumento las fichas técnicas de inspección y evaluación. Los resultados indican que el área afectada es 63.61% y área no afectada 36.39% de la muestra total con área de 248.40 m<sup>2</sup>, las patologías que inciden en el área afectada son: moho con 46.91%, grieta con 21.98%, erosión con 7.83%, musgo con 7.71%, fractura con 2.42%, impacto con 0.51%, fisura con 0.03%. Se concluye que la condición de servicio del canal es REGULAR, debido a que el nivel de severidad es SEVERO, afectada por la patología GRIETA con 21.98%, generando una pérdida de caudal por infiltración, durante la conducción con una eficiencia de conducción de 91.65%.

**Palabra clave:** canal, concreto, patologías.

## ABSTRACT

This thesis poses as a research problem: To what extent is the determination and evaluation of concrete pathologies in irrigation canal 2, among the progressive 0 + 000 km – 1 + 020 km of the District of Marcará, Province of Carhuaz, Ancash Department, will allow us to obtain the service condition? To answer the general objective: Determine and evaluate the pathologies of concrete in irrigation channel 2, among the progressive 0 + 000 km – 1 + 020 km of the District of Marcará, Province of Carhuaz, Department of Ancash, to obtain The condition of service. The methodology used is descriptive, mixed (qualitative-quantitative), non-experimental and cross-sectional; the level is descriptive. The population is the entire infrastructure of the Irrigation Canal 2 and the sample is the progressive 0 + 000km at 1 + 020 km, the visual inspection technique was used as an instrument and the inspection and evaluation technical data sheets were used as instruments. The results indicate that the affected area is 63.61% and 36.39% unaffected area of the total sample with an area of 248.40 m<sup>2</sup>, the pathologies that affect the affected area are: mold with 46.91%, crack with 21.98%, erosion with 7.83%, moss with 7.71%, fracture with 2.42%, impact with 0.51%, fissure with 0.03%. It is concluded that the service condition of the channel is REGULAR, because the level of severity is SEVERE, affected by GRIETA pathology with 21.98%, generating a loss of flow through infiltration, while driving with a driving efficiency of 91.65%

**Keyword:** channel, concrete, pathologies.

## 6. Contenido (Índice)

	<b>Pág.</b>
1. Título de la Tesis .....	<b>ii</b>
2. Equipo de trabajo.....	<b>iii</b>
3. Hoja de firma del Jurado y Asesor .....	<b>iv</b>
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria .....	<b>v</b>
5. Resumen y Abstract.....	<b>vii</b>
6. Contenido (Índice).....	<b>ix</b>
<b>Pág. ix</b>	
7. Contenido de gráficos, tablas y cuadros .....	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Antecedentes .....	3
2.2. Bases teóricas de la investigación .....	9
<b>III. METODOLOGIA.....</b>	<b>69</b>
3.1. Diseño de la investigación .....	69
3.2. Población y muestra .....	71
3.3. Definición y operacionalización de variables .....	73
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	76
3.5. Plan de análisis.....	77
3.6. Matriz de consistencia .....	79
3.7. Principios éticos .....	81
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>84</b>
4.1. Resultados.....	84
4.2. Discusión de resultados .....	163
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>171</b>
Aspectos complementarios .....	173
Referencia bibliográfica.....	180
Anexos .....	185

## 7. Contenido de gráficos, tablas y cuadros

### Contenido de gráficos

	Pág.
Grafica 1. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 01 .....	92
Grafica 2. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 01. .....	92
Grafica 3. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 01. ....	93
<i>Grafica 4.</i> Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 01.	93
Grafica 5. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 02.....	97
Grafica 6. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 02. .....	97
Grafica 7. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 02. ....	98
Grafica 8. <i>Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 02</i> .....	98
<i>Grafica 9.</i> Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 03. ...	102
Grafica 10. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 03 .....	102
Grafica 11. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 03. ....	103
Grafica 12. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 03. .....	103
<i>Grafica 13.</i> Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 04. .	107
<i>Grafica 14.</i> Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 04. .....	107
Grafica 15. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 04. ....	108
<i>Grafica 16.</i> Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 04. .....	108
Grafica 17. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 05...	112

Grafica 18. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 05. .....	112
Grafica 19. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 05. ....	113
<i>Grafica 20.</i> Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 05. .....	113
<i>Grafica 21.</i> Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 06. .	117
Grafica 22. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 06. .....	117
Grafica 23. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 06. ....	118
<i>Grafica 24.</i> Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 06. .....	118
Grafica 25. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 07...	122
Grafica 26. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 07. .....	122
Grafica 27. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 07. ....	123
Grafica 28. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 07. .....	123
Grafica 29. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 08...	127
Grafica 30. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 08. .....	127
Grafica 31. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 08. ....	128
Grafica 32. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 08. .....	128
Grafica 33. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 09...	132
Grafica 34. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 09. .....	132
Grafica 35. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 09 .....	133

Grafica 36. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 09. .....	133
Grafica 37. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 10..	137
Grafica 38. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 10. .....	137
Grafica 39. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 10. ....	138
Grafica 40. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 10. .....	138
Grafica 41. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 11...	142
Grafica 42. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 11. .....	142
Grafica 43. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 11. ....	143
Grafica 44. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 11. .....	143
Grafica 45. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 12...	147
Grafica 46. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 12. .....	147
Grafica 47. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 12. ....	148
Grafica 48. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 12. .....	148
Grafica 49. Resumen de % área afectada en cada unidad muestral. ....	153
Grafica 50. Porcentaje de área afectada y no afectada por elemento de toda la unidad de muestra evaluada. ....	154
Grafica 51. Porcentaje de área afectada por patologías identificadas en toda la unidad de muestra evaluada. ....	155
<i>Grafica 52.</i> Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología grieta. .....	157
Grafica 53. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología fisura. .....	157

Grafica 54. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología impacto. .....	157
Grafica 55. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología erosión. .....	158
Grafica 56. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología fractura. .....	158
Grafica 57. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología musgo. .....	159
Grafica 58. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología moho. .....	159
Grafica 59. Resultado general de toda la muestra analizada. ....	160
Grafica 60. Porcentaje de área afectada por la patología que incide en la condición de servicio.....	162

### **Contenido de tablas**

	Pág.
Tabla 1. Resumen de la recolección de datos de la unidad muestral 01. ....	90
Tabla 2. Evaluación de la unidad muestral 01. ....	91
Tabla 3. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 02. ....	95
Tabla 4. Evaluación de la unidad muestral 02. ....	96
Tabla 5. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 03. ....	100
Tabla 6. Evaluación de la unidad muestral 03. ....	101
Tabla 7. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 04. ....	105
Tabla 8. Evaluación de la unidad muestral 04. ....	106
Tabla 9. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 05. ....	110
Tabla 10. Evaluación de la unidad muestral 05. ....	111
Tabla 11. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 06. ....	115
Tabla 12. Evaluación de la unidad muestral 06. ....	116
Tabla 13. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 07. ....	120
Tabla 14. Evaluación de la unidad muestral 07. ....	121
Tabla 15. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 08. ....	125

Tabla 16. Evaluación de la unidad muestra 08. ....	126
Tabla 17. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 09. ....	130
Tabla 18. Evaluación de la unidad muestral 09. ....	131
Tabla 19. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 10. ....	135
Tabla 20. Evaluación de la unidad muestral 10. ....	136
Tabla 21. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 11. ....	140
Tabla 22. Evaluación de la unidad muestral 11. ....	141
Tabla 23. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 12. ....	145
Tabla 24. Evaluación de la unidad muestral 12. ....	146
Tabla 25. Determinación de caudales de entrada y salida. ....	150
Tabla 26. Determinación de la eficiencia de conducción. ....	151
Tabla 27. Porcentaje de área afectada y no afectada de toda la unidad de muestra evaluada. ....	153
Tabla 28. Porcentaje de área afectada por patología de toda la unidad de muestra evaluada. ....	155
Tabla 29. Resumen de patología de toda la unidad de muestra evaluada. ....	156
Tabla 30. Resultado general de toda la muestra analizada. ....	160
Tabla 31. Patologías con mayor incidencia y nivel de severidad analizada en cada unidad muestral. ....	161
Tabla 32. Determinación de la condición de Servicio. ....	162

### **Contenido de cuadros**

	Pág.
Cuadro 1. Velocidades máx. Recomendadas en función de las características del suelo. ....	18
Cuadro 2. Pendiente admisible de acuerdo al tipo de suelo. ....	18
Cuadro 3. Radio mínimo en canales para $Q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$ . ....	19
Cuadro 4. Influencia de la relación agua/cemento en la resistencia del Concreto. ....	35
Cuadro 5. Relación A/C y resistencia a la compresión del concreto. ....	36
Cuadro 6. Máxima relación A/C permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición. ....	37

Cuadro 7. Tipología del proceso patológico en canales. ....	45
Cuadro 8. Especificaciones de severidad en las patologías identificadas. ....	64
Cuadro 9. Factor de Corrección (C). ....	68
Cuadro 10. Cuadro de Operacionalización de variables. ....	76
Cuadro 11. Matriz de consistencia. ....	79
Cuadro 12. Especificaciones para determinar el % de áreas afectadas por las patologías. ....	85
Cuadro 13. Calificación de condición de servicio del canal de riego. ....	87

## I. INTRODUCCIÓN

Los canales son conductos abiertos o cerrados en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión; cuya función es conducir o transportar agua, desde la captación hasta el campo donde será aplicado, ya sea para riego, de drenaje o que se encuentre de manera natural, para el desarrollo y bienestar de la población. Las canales de concreto, pueden sufrir defectos o daños que alteran su estructura interna y su comportamiento, algunos pueden estar presentes desde su concepción o construcción, otras pueden haberse contraído durante alguna etapa de su vida útil, y otras pueden ser consecuencia de accidentes; además están propensos a condiciones ambientales, físicas, mecánicas y químicas, que generan daño a la estructura, ocasionando un conjunto de síntomas que pueden ser indicativos de un fallo, tanto en su seguridad como en su durabilidad. Existen una serie de síntomas conocidas como patologías del concreto, dichas patologías adolecen los canales de riego y pueden manifestarse como: fisuras, grietas, fractura, erosión, impacto, vegetación. Moho, etc. El canal de regadío se encuentra ubicado en el Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, tiene un promedio de 25 años de antigüedad como canal hecha de tierra y 6.5 años de antigüedad como canal de concreto, fue ejecutada en octubre del 2012 por la Municipalidad Distrital de Marcará con modalidad de Contrata, presenta una sección rectangular de 0.60 m de ancho x 0.50 m de altura, con un espesor de 0.15 m en los muros laterales y 0.10 m en el fondo, las juntas de dilatación fueron distribuidas cada 3 m, Al realizar la inspección visual al lugar de estudio se verifico que el canal muestras patologías del concreto como: fisuras, grietas, erosión, musgo, fractura, moho, impacto; por todo ello surge la necesidad de realizar el estudio patológico para lo cual **se plantea el siguiente problema:** ¿En qué medida

la determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, nos permitirá obtener la condición de servicio? La investigación se **justifica** por la necesidad de identificar las patologías del concreto y conocer la condición de servicio, para mejorar y tomar acciones que van a garantizar que el proyecto cumpla su vida útil, logrando minimizar los costos del proyecto rescatando la inversión pública ya hecha por el estado, ya que eso trae consigo economía, ahorro al estado, porque el estado va dejar de atender a este distrito y pueda atender a otras, porque la inversión que ha hecho está latente y operativa. Pero gracias a este estudio, se ha identificado la causa y se recomienda como se va solucionar el problema y al solucionar lógicamente el canal va entrar en servicio óptimo y no como ahora que está en un servicio regular; hay pérdida por infiltración. La **metodología** empleada es del tipo descriptivo, mixto (cualitativo – cuantitativo), no experimental y de corte transversal. El nivel de la investigación es descriptivo. Para la recolección de datos, análisis y procesamiento de datos se utilizó una ficha técnica de inspección y en gabinete una ficha técnica de evaluación. Los **resultados** indican que el área afectada es 63.61%, equivalente a 158.00 m<sup>2</sup> y área no afectada 36.39%, equivalente a 90.40 m<sup>2</sup> de la muestra total con área de 248.40 m<sup>2</sup>, las patologías que inciden en el área afectada son: moho con 46.91%, seguida la grieta con 21.98%, erosión con 7.83%, musgo con 7.71%, fractura con 2.42%, impacto con 0.51% y fisura con 0.03%. Finalmente, **se concluye** que la condición de servicio del canal es REGULAR, debido a que el nivel de severidad es SEVERO, afectada por la patología GRIETA con 21.98%, generando pérdida de caudal por infiltración, durante la conducción con una eficiencia de conducción de 91.65%.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales:**

##### **a. EVALUACIÓN Y DIAGNOSTICO DE LAS ESTRUCTURAS EN CONCRETO – BOGOTA, NOVIEMBRE - 2001.**

Muñoz <sup>(1)</sup>

El presente Seminario se formulara a partir de diferentes observaciones que se ejecuten del levantamiento de daños que realice de los resultados de los ensayos y mediciones. El diagnóstico de las patologías y daños detectados con la explicación que soporta la mejor comprensión del fenómeno de daño con lo cual se realizara un informe de las patologías encontradas. En este caso, se clasificaran los daños con el fin de tipificarlos tanto del daño en si como de los posteriores procedimientos de obra para lo cual, basados en los esquemas del levantamiento de daños se procederá a formular las técnicas de reparación.

Es probable que por el grado de deterioro que presentan algunas zonas puntuales de algunos elementos estructurales como: columnas, vigas, placas, amarres, conexiones, muros cortantes y la cimentación; se requiera evaluar y diseñar su reforzamiento para lo cual se requiere realizar el análisis y diseño estructural para lo cual existen en el mercado distintas ayudas de diseño para los distintos sistemas estructurales aceptados por las normas pertinentes.

##### **b. PROPUESTAS METODOLOGÍAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE TESTIGOS DE PRESAS CON PROBLEMAS EXPANSIVOS,**

**INTENSIFICACIÓN: PATOLOGÍAS DE ESTRUCTURAS;  
CATALUNYA, ESPAÑA, JUNIO - 2012.**

Fernández de Castro <sup>(2)</sup>

El **objetivo** de la presente Tesis final de Master es confirmar los diagnósticos previos para determinar las reacciones que efectivamente contribuyen el proceso expansivo en el hormigón de la presa de Graus, y así desarrollar un protocolo que sirva como procedimiento sistemático para las campañas experimentales de caracterización de presas con patologías de hormigón expansivo. Como **resultados** de las muestras tenemos en general que varían muy aleatoriamente el tamaño de los áridos y las forma de esto son totalmente irregulares en cuanto a la forma, se puede apreciar áridos de menor escala, el color en general varía entre gris claro y un gris oscuro presentando manchas de óxido dentro de los áridos en casi todos los segmentos, indicando vetas de metales oxidados en los propios áridos. La presencia de fisuras en general se puede decir que se encuentra afectado por fisuraciones, pero algunas de las fisuras que se pueden observar poseen un precipitado de color blanco, indicando una posible reacción álcali-sílice. **Concluyó**, que los ensayos han permitido identificar la pre-existencia de las reacciones y también la tendencia en que ocurren en la misma estructura, con intensidades distintas en función de la zona afectada.

**2.1.2. Antecedentes Nacionales**

- a. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCION DEL CANAL DE RIEGO HUAYRAPONGO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA – CAJAMARCA - 2013.**

Goicochea <sup>(3)</sup>

Menciona que se ha determinado la eficiencia de conducción de un pequeño canal de riego, de sección trapezoidal de ancho de solera  $b = 0.60$  m., profundidad de 0.45 m. y un talud  $Z = 1$ , con un espesor de 0.15 m. revestido de concreto simple; construido hace 20 años aproximadamente, diseñado para transportar 180 l/s. La **metodología** se ha orientado a medir un conjunto de caudales en un tramo del canal de riego, utilizando un vertedero de pared delgada de sección rectangular, en el ingreso y salida siendo la longitud del tramo 1.00 km. ubicado entre las progresivas 0+500 al 1 +500, siendo este tramo el representativo de todo el canal, y finalmente determinar la eficiencia de conducción del canal; así también en el mismo tramo se evaluó el estado de agrietamiento, registrando todas las fallas existentes en el canal; como: grietas, roturas y juntas en mal estado; con la finalidad de determinar el estado del mismo.

Los trabajos se realizaron en los meses de enero y febrero del año 2013, encontrando algunas dificultades, como: al no existir información basta sobre estos trabajos de investigación se optó por realizar nuestra propia **metodología**, y de la cual se espera que otros profesionales sigan mejorando esta investigación; además se ha tenido que tener un equipo de trabajo numeroso ya que la toma de datos es simultánea en el punto de ingreso y salida del tramo del canal. Los **resultados** de la investigación muestra que el canal de riego Huayrapongo, tiene una eficiencia de conducción de 91.40 % calificada como una eficiencia de conducción alta; y el canal presenta grietas, roturas y juntas

en mal estado en regular cantidad, lo cual no permite pérdidas de agua significativas.

**b. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO T - 52 DE LA COMISION DE USUARIOS EL ALGARROBO VALLE HERMOSO, SECTOR LA PEÑITA, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA DE PIURA, REGION PIURA, AGOSTO - 2016.**

Gómez <sup>(4)</sup>

En la presente tesis se plantea como **problema de investigación**, ¿en qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego T - 52, entre las progresivas 0+000 al 0+500, de la Comisión de Usuarios El Algarrobo Valle Hermoso, Sector La Peñita, distrito de Tambogrande, provincia de Piura, Región Piura; nos permitirá conocer el nivel de severidad patológica que presenta el canal? Se tuvo como **objetivo general** determinar y evaluar las patologías del concreto en el canal de riego T-52, entre las progresivas 0+000 al 0+500, de la Comisión de Usuarios El Algarrobo Valle Hermoso, Sector La Peñita, distrito de Tambogrande, provincia de Piura, región Piura; para lo cual se tuvo como **objetivos específicos**, elaborar el marco teórico y antecedentes referidos a las patologías del concreto en canales, identificar los tipos de patologías presentes en el canal, evaluarlas, y establecer su nivel de severidad. La **metodología** empleada en la investigación fue de tipo descriptivo, de nivel cualitativo, no experimental y de corte transversal. Se tuvo como universo de la investigación, el canal T-52, y como muestra se tuvo todos los paños conformantes del canal T-52, entre las progresivas 0+000 al 0+500.

Para llevar a cabo la investigación se hizo uso de la técnica de la observación visual, y como instrumento de recolección de datos, se generó una ficha técnica donde quedaron registrados todos los datos de campo. Los **resultados** arrojan que la patología con más incidencia en el canal, es la sedimentación, y representa el del área del canal. Al realizar el análisis patológico, se concluye que los niveles de severidad que se presentan en el canal, son los que se detallan a continuación: Severidad leve 83.10 %, Severidad moderada 14.35 %, Severidad severa 2.55 %.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

#### **a. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE IRRIGACION HUAPISH EN LA COMUNIDAD DE VICOS, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 – 0+817 DEL DISTRITO DE MARCARA, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH – DICIEMBRE 2015.**

Sánchez <sup>(5)</sup>

La presente Tesis tuvo como **objetivo**: determinar y evaluar las patologías del concreto en el Canal de Irrigación Huapish de la comunidad de Vicos. Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Región de Ancash – Diciembre 2015. La investigación se **justifica** por la necesidad de conocer el estado actual de la condición del canal de irrigación Huapish de la comunidad de vicos entre las progresivas 0+00 a 0+817, del distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, región Ancash. Se ha tomado como longitud total de estudio 817.0 metros

lineales de canal de concreto, estas evaluaciones se subdividieron en seis (14) muestras.

Así mismo la presente Tesis, se encuentra estructurada de la siguiente manera:

La primera etapa constituye al marco teórico, donde se documenta las diferentes bases teóricas, con ello dándose a conocer las diferentes definiciones y patologías del concreto y/o daños, lesiones en canales hidráulicos. Además de ello los diferentes antecedentes internacionales y nacionales relacionados con la investigación.

La segunda etapa constituye a la metodología aplicada, tales como diseño de la investigación, población y muestra, etc. Éstas fundamentalmente desarrollándolos mediante el muestreo de unidades, descripción y cálculos de áreas afectadas, porcentaje de daños, estadística del estado actual de todos los elementos de cierre, causa y afectación de las patologías del concreto.

Obteniendo de esa forma las áreas afectadas, los niveles de severidad y las patologías de concreto encontradas en Canal de Irrigación Huapish entre las progresivas 0+000 a 0+817; de la comunidad de Vicos, distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, región Ancash.

**b. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO RECUAYHUANCA – PACHIN, TRAMO 0+000 AL 1+000, DISTRITO DE MARCARA, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018.**

Tadeo <sup>(6)</sup>.

La investigación titulada “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Recuayhuanca - Pachin, tramo 0+000 al 1+000, Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento Ancash - 2018”, se formuló el **problema de investigación**: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Recuayhuanca - Pachin, del tramo 0+000 al 1+000, distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, departamento Ancash, nos permitirá conocer las condiciones de servicio en el que encuentra la estructura del canal? La **metodología** de investigación fue de tipo descriptivo, de diseño no experimental, de enfoque mixto, de corte transversal y nivel descriptivo. La población estuvo conformada por toda la estructura del canal de riego Recuayhuanca - Pachin, tramo 0+000 al 1+000, Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, departamento Ancash. La técnica empleada fue observacional, donde se identificó y cuantificó la patología por su tipo y severidad y como instrumento se generó fichas de recolección de datos, donde se registraron los datos de campo, luego fue procesada en el gabinete. Finalmente, se **concluye** de los estudios realizados en el canal de riego Recuayhuanca – Pachin, presentan patologías, siendo la más habitual las, grietas, fisuras, erosión y sello de juntas y la patología más predominante es la grieta con 15.89%, por lo tanto el nivel de severidad es moderado, y el servicio de canal es regular.

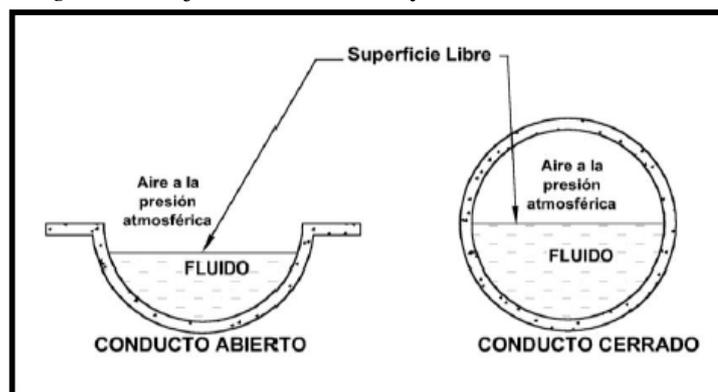
## **2.2. Bases teóricas de la investigación**

### **2.2.1. Canales de concreto**

Rodríguez <sup>(7)</sup>

Los canales son conductos abiertos o cerrados en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera; esto quiere decir que el agua fluye impulsada por la presión atmosférica y de su propio peso. Los canales son obras más antiguas para el aprovechamiento del agua, usados para llevar el agua de un lugar a otro.

Figura 1. Flujo en canal abierto y cerrado.



Fuente: Rodríguez P. 2008: Hidráulica II.

Chow <sup>(8)</sup>

Los canales son todos aquellos conductos abiertos o cerrados, por los cuales se puede transportar o redireccionar el curso de una cierta cantidad de agua, que viene de otros espacios naturales (ríos, lagos, mares, etc.), hacia una determinada zona.

### 2.2.2. Clases de canales abiertos

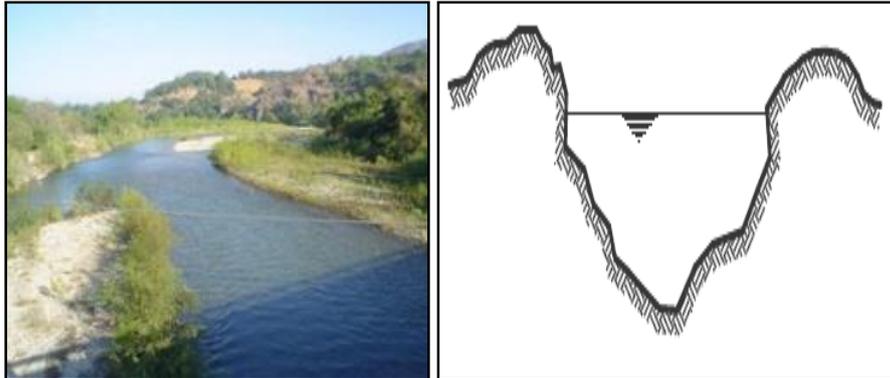
Un canal es un conducto en el cual el agua fluye con una superficie libre. De acuerdo con su origen un canal puede ser:

#### a. Canales Naturales

Incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la tierra, los cuales varían en tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas

montañosas, hasta quebradas, ríos pequeños y grandes, arroyos, lagos y lagunas. La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y variable durante su recorrido, lo mismo que su alineación y las características y aspereza de los lechos.

*Figura 2. Canal natural abierto – sección transversal irregular*



Fuente: Rodríguez P. 2008: Hidráulica II.

## **b. Canales Artificiales**

Son aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo humano, es un canal largo con pendiente suave construido sobre el suelo, que puede ser no revestido o revestido con piedras, concreto, cemento, madera o materiales bituminosos tales como: canales de navegación, canales de centrales hidroeléctricas, canales y canaletas de irrigación, cunetas de drenaje, vertederos, canales de desborde, canaletas de madera, cunetas a lo largo de carreteras, etc. Bajos ciertas circunstancias en la práctica de ingeniería, los canales abiertos artificiales reciben diferentes nombres, como:

- **La canaleta:** Es un canal de madera, de metal, de concreto o de mampostería, a menudo soportado en o sobre la superficie del terreno para conducir el agua a través de una depresión.

- **La rápida:** Es un canal que tiene altas pendientes.
- **La caída:** Es similar a una rápida, pero el cambio en elevación se efectúa en una distancia corta.
- **La alcantarilla:** Que fluye parcialmente llena, es un canal cubierto con una longitud comparativamente corta instalado para drenar el agua a través de terraplenes de carreteras o de vías férreas.
- **El túnel con flujo a superficie libre:** Es un canal cubierto comparativamente largo, utilizado para conducir el agua a través de una colina o cualquier obstrucción del terreno <sup>(8)</sup>.

### 2.2.3. Secciones transversales más frecuentes

Villon <sup>(9)</sup>

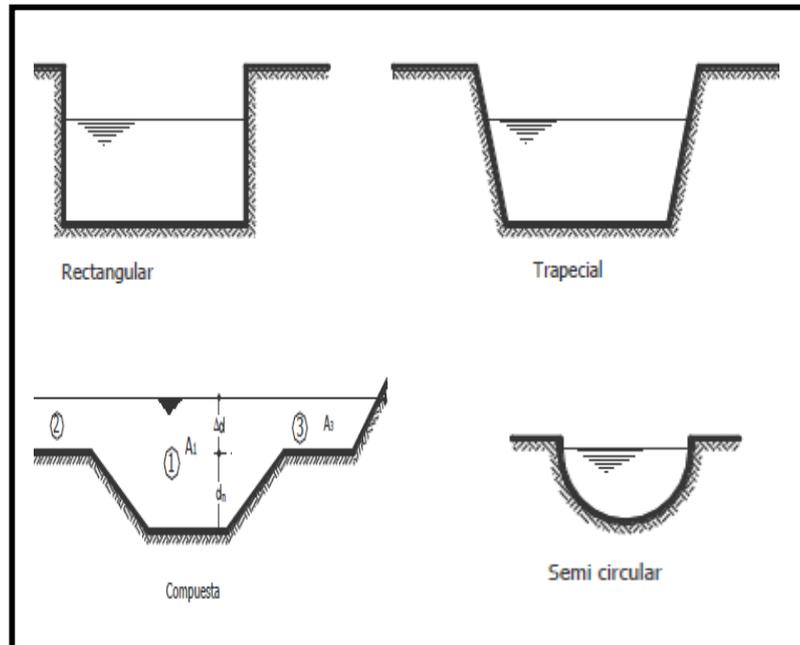
La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y varía de un lugar a otro. Los canales artificiales, usualmente se diseñan con formas geométricas regulares (prismáticos), las más comunes son las siguientes:

#### 1. Secciones abiertas

- a. Sección trapezoidal:** Se usa siempre en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad, y en canales revestidos.
- b. Sección rectangular:** Se emplea para acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.
- c. Sección triangular:** Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo, por ejemplo los surcos.

- d. Sección parabólica:** Se emplea a veces para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales viejos de tierra.

*Figura 3. Canales artificiales – Secciones transversales abiertas.*



Fuente: Rodríguez P. 2008: Hidráulica II.

## 2. Secciones cerradas

- a. Sección circular:** El círculo es la sección más común para alcantarillados.
- b. Sección de herradura – parabólica:** Se usan comúnmente para alcantarillas y estructuras hidráulicas importantes.

*Figura 4. Canales artificiales – Secciones transversales cerradas.*



Fuente: Rodríguez P. 2008: Hidráulica II.

#### 2.2.4. Características del Canal

Segura <sup>(10)</sup>

Todo canal reúne dos características:

**1. Características Geométricas:** Conocido también como elementos geométricos, son propiedades de una sección de canal que pueden ser definidos por completo por la geometría de la sección y la profundidad del flujo. Estos elementos son muy importantes y se utilizan con amplitud en el cálculo de flujo.

**a. Corona o borde exterior ( $b'$ ):** Lugar por donde se desplaza la gente para efectuar las faenas de limpieza del canal. Debe tener el ancho necesario de tal forma que brinde seguridad para realizar las labores de limpieza (recomendado 0.60 m).

**b. Sobreebanco o Borde inferior ( $b$ ):** Constituido por el espacio cercano al talud del canal, cumple la función de evitar que rocas y deslizamientos caigan directamente al canal, especialmente en temporada de lluvias.

**c. Ancho de Solera o base inferior del canal ( $B$ ):** Llamada también fondo del canal, es uno de los elementos importantes en el diseño de las dimensiones.

**d. Base superior del canal o ancho del canal ( $B'$ ):** Es el área libre del canal puede ser rectangular, circular, trapecial o triangular.

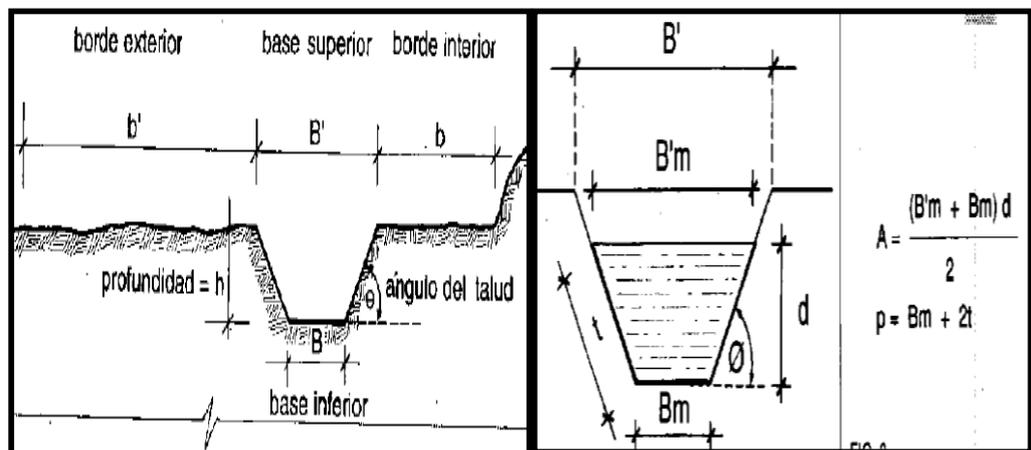
**e. Profundidad del canal ( $h$ ):** Es la suma del tirante de agua y el borde libre ( $b_l$ ), es la altura de diseño del canal.

**f. Borde libre ( $b_l$ ):** Es la distancia que hay desde la superficie libre del agua hasta la corona del borde. El borde libre es normalmente un tercio

del tirante de agua o 0.15m, se escoge cifras mayores por seguridad, se expresa en m.

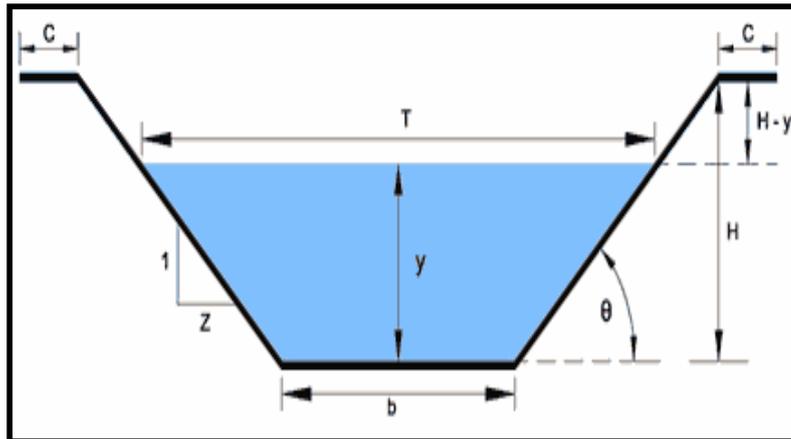
- g. Tirante de agua (d):** Es la distancia vertical desde el punto más bajo de una sección del canal hasta la superficie libre, es decir la profundidad máxima del agua en el canal.
- h. Espejo de agua (B'm):** Es el ancho de la superficie libre del agua, expresado en m.
- i. Ángulo del talud o ángulo de inclinación (Θ):** Es el ángulo que las paredes del canal hacen con la horizontal, se presenta en los canales trapezoidales.
- j. Área de la sección transversal del canal (A'):** Puede ser rectangular, circular, trapecial o triangular.

Figura 5. Elementos geométricos del canal.



Fuente: Segura J. 1993: Trazo y revestimiento de Canales.

Figura 6. Elementos básicos en el diseño de canales.



Fuente: Amancio <sup>(11)</sup>. "Obras Civiles".

## 2. Características hidráulicas.

- Caudal del agua (Q), en m<sup>3</sup>/s.
- Velocidad media del agua (V), en m/s.
- Pendiente del canal (S).
- Radio hidráulico (R=A/P), en m.
- Perímetro mojado (P), en m.
- Coeficiente de rugosidad (n).
- Área hidráulica o área mojada (A), en m<sup>2</sup>.

### 2.2.5. Diseño hidráulico de canales

El diseño del canal consiste en determinar sus dimensiones hidráulicas y geométricas. Para ello nos apoyamos en la fórmula de Maning, donde la velocidad (V) está en función del radio hidráulico (R), pendiente (S) y rugosidad (n) del material de construcción <sup>(11)</sup>:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad \frac{Q}{A} = V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

- Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)

- $V = Q/A =$  Velocidad (m/s)
- $n =$  Coeficiente de rugosidad.
- $S =$  Pendiente del fondo del canal.
- $A =$  Área de la sección transversal ( $m^2$ ).
- $R =$  Radio hidráulico ( $A/P$ )
- $P =$  Perímetro mojado.

- a. Caudal (Q):** Para el diseño de un canal a nivel parcelario, el caudal tiene que ser un dato de partida, que se puede calcular con base en el módulo de riego (l/s/ha), la superficie que se va a regar (ha) y el caudal que resulte de las pérdidas por infiltración durante la conducción. En caso que el canal sirva de evacuación excedente de las aguas pluviales, el caudal de diseño se calcula tomando en cuenta las consideraciones hidrológicas. En cualquiera de los casos, por lo general, lo que se busca es encontrar las dimensiones del canal, para conducir el caudal determinando de acuerdo con las necesidades de uso del proyecto, sea para riego, drenaje, hidroeléctrico, o uso poblacional.
- b. Velocidad (V):** Las velocidades en los canales varían en un ámbito cuyos límites son: velocidades mínimas, que no produzca depósitos de materiales sólidos en suspensión, y la máxima, que no produzca erosión en las paredes y en el fondo del canal.

*Cuadro 1.* Velocidad máx. Recomendadas en función de las características del suelo.

Características de los suelos	Velocidad máx. (m/s)
Canales en tierra franca.	0.60
Canales en tierra arcillosa.	0.90
Canales revestidos con piedra y mezcla simple.	1.00
Canales con mampostería de piedra y concreto.	2.00
Canales revestidos con concreto.	3.00
Canales en roca: pizarra.	1.25
Areniscas consolidadas.	1.50
Roca dura, granito, etc.	3 a 5

Fuente: Villon M. 2007.

- c. Pendiente (S):** La pendiente en general, debe ser la máxima que permita dominar la mayor superficie posible de tierra y que, a la vez, de valores para la velocidad que no causen erosión del material en el que está alojado el material.

*Cuadro 2.* Pendiente admisible de acuerdo al tipo de suelo.

Tipo de suelo	Pendiente (S)
Suelos sueltos.	0.5 – 1.0
Suelos francos.	1.5 – 2.5
Suelos arcillosos.	3.0 – 4.5

Fuente: Villon M. 2007.

- d. Rugosidad (n):** Los valores de los coeficientes de rugosidad que se usa para el diseño de canales alojados en tierra están comprendidos entre 0,0025 y 0,0030, y para canales revestidos de concreto se usan valores comprendidos entre 0,013 y 0,015.

- e. **Perímetro mojado (P):** Es la parte del contorno de canal que está en contacto con el líquido.
- f. **Radio hidráulico (R=A/P):** Es la dimensión característica de la sección transversal y describe la eficiencia del canal. Hace las funciones del diámetro en tuberías y es el perfil más eficiente es un semicírculo <sup>(9)</sup>.

Cuadro 3. Radio mínimo en canales para  $Q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Capacidad del canal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Radio mínimo (m)
20	100
15	80
10	60
5	20
1	5 – 10

Fuente: Villon M. 2007.

### 2.2.6. Relación geométrica de las secciones transversales más frecuentes.

Figura 7. Relación geométrica de las secciones transversales.

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta-\text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1-\frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$2/3 Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2 y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Fuente: Villon M. 2007: Hidráulica de Canales.

### 2.2.7. Canales de riego por su función

Los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones <sup>(7)</sup>:

- a. Canal de primer orden:** Llamado también canal principal o de derivación y se le traza siempre con pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro lado da con terrenos altos (cerros).
- b. Canal de segundo orden:** Llamados también laterales, son aquellos que salen del canal principal y el gasto que ingresa a ellos, es repartido hacia los sub – laterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como unidad de riego.
- c. Canal de tercer orden:** Llamados también sub – laterales y nacen de los canales laterales, el caudal que ingresa a ellos es repartido hacia las propiedades individuales a través de las tomas granjas <sup>(7)</sup>.

### 2.2.8. Concreto

Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 <sup>(12)</sup>

Es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas.

- a. Concreto Simple:** Concreto que no tiene armadura de refuerzo o que la tiene en una cantidad menor que el mínimo porcentaje especificado para el concreto armado.
- b. Concreto Armado:** Concreto que tiene armadura de refuerzo en una cantidad igual o mayor que la requerida en esta Norma y en el que ambos materiales actúan juntos para resistir esfuerzos.

**c. Concreto ciclópeo:** Es el concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques y que no contiene armadura.

**d. Concreto premezclado:** Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra. NORMA ITINTEC 339.047.

### **2.2.9. Componentes del concreto**

**1. Cemento:** Material pulverizado que por de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. NORMA ITINTEC 334.001.

**2. Cemento Portland:** Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. NORMA ITINTEC 334.001.

**a. Cemento Portland Puzolánico Tipo 1P:** Es el cemento portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana entre 15% y 45%. NORMA ITINTEC 334.044.

**b. Cemento Portland Puzolánico Tipo 1PM:** Es el cemento portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana menor de 15%. NORMA ITINTEC 334.044.

*Figura 8.* Proporción del cemento.



Fuente: Elaboración propia: 2019.

### **c. Agregados**

Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la NORMA ITINTEC 400.037.

*Figura 9.* Agregados: grueso, fino, grava, piedra.



Fuente: Elaboración propia: 2019.

- 1. Agregado Fino:** Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz ITINTEC 9,5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la NORMA ITINTEC 400.037.

**2. Agregado Grueso:** Agregado retenido en el tamiz ITINTEC 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037.

- **Arena:** Agregado fino, proveniente de la desintegración natural de las rocas. NORMA ITINTEC 400.037.
- **Grava:** Agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de los materiales pétreos, encontrándosele corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natural. NORMA ITINTEC 400.037.
- **Piedra Triturada o Chancada:** Agregado grueso, obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. NORMA ITINTEC 400.037.
- **Agregado denominado Hormigón:** Material compuesto de grava y arena empleado en su forma natural de extracción. NORMA ITINTEC. 400.011.

#### **d. Agua**

Pérez <sup>(13)</sup>

Del latín aqua, el agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Se trata de un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color), aunque también puede hallarse en estado sólido (cuando se conoce como hielo) o en estado gaseoso (vapor). El agua tiene que ser limpia y potable, libre de impurezas.

Figura 10. Agua potabilizada.



Fuente: Elaboración propia: 2019.

#### e. Aditivos

Sustancia añadida a los componentes fundamentales del concreto, con el propósito de modificar algunas de sus propiedades. NORMA ITINTEC 339.086 <sup>(12)</sup>.

- 1. Acelerantes:** Sustancia que al ser añadida al concreto, mortero o lechada, acorta el tiempo de fraguado y/o incrementa la velocidad de desarrollo inicial de resistencia.
- 2. Retardador:** Aditivo que prolonga el tiempo de fraguado. NORMA ITINTEC 339.086.
- 3. Incorporador de aire:** Es el aditivo cuyo propósito exclusivo es incorporar aire en forma de burbujas esféricas no coalescentes y uniformemente distribuidos en la mezcla, con la finalidad de hacerlo principalmente resistente a las heladas.

#### f. Pasta de concreto

Es una mezcla de cemento y agua. NORMA ITINTEC 400.002 <sup>(12)</sup>.

### 2.2.10. Propiedades del concreto

## 1. Concreto en estado fresco

Manobanda <sup>(14)</sup>

Es el producto inmediato del amasado de sus componentes. Desde el primer momento, en su masa se producen reacciones químicas las cuales condicionan sus propiedades finales como material endurecido. Las propiedades del concreto fresco son:

**a. Consistencia:** Es una propiedad de experimentar deformación para medir o determinar la consistencia y la humedad, el método más empleado es el asentamiento en cono de Abrams.

Consiste en llenar con concreto fresco un molde tronconico de 30 cm. de altura, la disminución de altura que se produce cuando se desmolda la mezcla, es la medida que define la consistencia que puede ser seca, plástica, blanda, fluida o líquida. Puede variar entre 2 a 20 cm según el tipo de estructura o encofrado. Si la consistencia es muy seca y rígida, la colocación y compactación del concreto serán difíciles y las partículas más grandes de agregados pueden separarse de la mezcla. Sin embargo, no debe suponerse que una mezcla más húmeda y fluida es más trabajable. Si la mezcla es muy húmeda, pueden ocurrir segregación y formación de huecos. La consistencia debe ser lo más seca posible para que aún se permita la colocación empleándose los equipos de consolidación disponibles.

**b. Trabajabilidad:** Es la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no

deben separarse durante el transporte y el manoseo. El grado de la trabajabilidad que se requiere para una buena colocación del concreto se controla por los métodos de colocación, tipo de consolidación y tipo de concreto.

**c. Homogeneidad:** Es la distribución de los componentes del concreto uniformemente en todas las partes de la masa.

**d. Mezclado:**

Kosmatka et al. <sup>(15)</sup>

Son necesarios esfuerzo y cuidado para que se asegure que la combinación de estos elementos sea homogénea. La secuencia de carga de los ingredientes en la mezcladora puede desempeñar un papel importante en la uniformidad del producto acabado. La secuencia, sin embargo, puede variar y aún producir un concreto de buena calidad. Las diferentes secuencias requieren ajustes en el momento de la adición del agua, el número total de revoluciones del tambor de la mezcladora y la velocidad de la revolución.

**e. Exudación:** Es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie. El sangrado o exudación es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado. Un poco de exudación es útil en el control de la fisuración por retracción plástica.

**f. Consolidación:** La vibración mueve las partículas del concreto recién mezclado, reduce el rozamiento (fricción) entre ellas y les da la movilidad de un fluido denso, la mala consolidación puede resultar en un concreto poroso y débil con poca durabilidad.

La acción vibratoria permite el uso de mezclas más rígidas con mayores proporciones de agregado grueso y menores proporciones de agregados finos.

**g. Hidratación, tiempo de fraguado y endurecimiento:** La calidad de unión (adhesión) de la pasta de cemento portland se debe a las reacciones químicas entre el cemento y el agua, conocidas como hidratación. Mientras el concreto se endurece, su volumen bruto permanece casi inalterado, pero el concreto endurecido contiene poros llenos de agua y aire, los cuales no tienen resistencia. La resistencia está en las partes sólidas de la pasta, sobre todo en el silicato de calcio hidratado y en los compuestos cristalinos.

El conocimiento de la velocidad de reacción entre el cemento y el agua es importante porque determina el tiempo de fraguado y endurecimiento.

La reacción inicial debe ser suficientemente lenta para que haya tiempo para transportar y colocar el concreto. Una vez que el concreto ha sido colocado y acabado, es deseable un endurecimiento rápido. La finura del cemento, aditivos, cantidad de agua adicionada y temperatura de los materiales en el momento de la mezcla son otros factores que influyen la tasa de hidratación.

## **2. Concreto endurecido**

El carácter del concreto endurecido lo adquiere a partir del final del fraguado. El concreto endurecido se compone del árido, la pasta cemento endurecido y las redes de poros abiertos o cerrados, resultado de la evaporación del agua sobrante. El aire incluido natural o provocado por un aditivo.

Las propiedades del concreto endurecido son:

**a. La densidad:** Es la relación de la masa del hormigón y el volumen ocupado. La densidad del concreto varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado o intencionalmente incluido y las cantidades de agua y cemento. Por otro lado, el tamaño máximo del agregado influye en las cantidades de agua y cemento. Al reducirse la cantidad de pasta (aumentándose la cantidad de agregado), se aumenta la densidad.

**b. Compacidad:** Cualidad de alcanzar la máxima densidad posible. Un concreto de alta compacidad es ideal para evitar el acceso de sustancias agresivas.

**c. Permeabilidad y estanquidad:** La estanquidad (hermeticidad) es normalmente conocida como la habilidad del concreto en retener el agua sin escurrimiento o escape visible.

La permeabilidad es la cantidad de agua que migra a través del concreto, mientras que el agua está bajo presión o la habilidad del concreto en resistir a la penetración del agua u otra sustancia (líquidos, gases o iones).

La disminución de la permeabilidad aumenta la resistencia al congelamiento y deshielo del concreto, resaturación, penetración de

sulfatos y de iones cloruro y otros ataques químicos. La permeabilidad de la pasta es particularmente importante pues la pasta cubre todos los componentes en el concreto. La permeabilidad es afectada por la relación agua-cemento, grado de hidratación del cemento y periodo del curado húmedo. Un concreto de baja permeabilidad requiere una relación agua-cemento baja y un periodo de curado adecuado. El aire incluido ayuda la estanquidad, pero tiene poco efecto sobre la permeabilidad. La permeabilidad aumenta con el secado.

**d. Resistencia:** El concreto ofrece resistencia a las acciones de la compresión, y desgaste. La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados ( $\text{kg/cm}^2$ ), megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas ( $\text{lb/pulg}^2$  o psi) a una edad de 28 días. La resistencia a compresión que el concreto logra,  $f_c'$ , es función de la relación agua-cemento (o relación agua-materiales cementantes), cuanto la hidratación ha progresado, el curado, las condiciones ambientales y la edad del concreto.

**e. Durabilidad:** La durabilidad del concreto se puede definir como la habilidad del concreto en resistir a la acción del ambiente, al ataque químico y a la abrasión, manteniendo sus propiedades de ingeniería. Los diferentes tipos de concreto necesitan de diferentes durabilidades, dependiendo de la exposición del ambiente y de las propiedades deseables. Los componentes del concreto, la proporción de éstos, la

interacción entre los mismos y los métodos de colocación y curado determinan la durabilidad final y la vida útil del concreto.

**f. Resistencia al congelamiento y deshielo:** Se espera que el concreto empleado en estructuras y pavimentos tenga una vida larga y poco mantenimiento. El concreto debe tener una buena durabilidad para resistir a condiciones de exposición anticipadas. El factor de intemperismo potencialmente más destructivo es la congelación y deshielo (hielo-deshielo) mientras el concreto está húmedo, principalmente en la presencia de anticongelantes (descongelantes). El deterioro es causado por la congelación del agua y su posterior expansión en la pasta, agregado o ambos.

**g. Agrietamiento:** El concreto endurecido cambia de volumen con los cambios de temperatura, humedad y tensiones. Este cambio de volumen o de longitud puede variar del 0.01% al 0.08%. Los cambios de volumen por temperatura en el concreto endurecido son similares a los de acero. Las dos causas básicas de la figuración en el concreto son: las tensiones por la aplicación de carga y las tensiones resultantes de la contracción por secado o cambios de la temperatura cuando el concreto tiene alguna restricción (coacción, sujeción, fijeza).

Las tensiones térmicas debidas a fluctuaciones de la temperatura del medio ambiente también causan agrietamiento, particularmente a edades tempranas.

**h. Curado:** El aumento de la resistencia con la edad continúa desde que el cemento no hidratado aún esté presente, el concreto permanezca húmedo

o la humedad relativa del aire esté arriba de aproximadamente 80%, la temperatura del concreto permanezca favorable y haya suficiente espacio para la formación de los productos de hidratación. Cuando la humedad relativa dentro del concreto baja para cerca de 80% o la temperatura del concreto baja para menos del cero, la hidratación y el ganó de resistencia se interrumpen. Si se vuelve a saturar el concreto después del periodo de secado (desección), la hidratación empieza nuevamente y la resistencia vuelve a aumentar. Sin embargo, es mucho mejor que el curado húmedo sea aplicado continuamente desde el momento de la colocación hasta que el concreto haya alcanzado la calidad deseada; una vez que el concreto se haya secado completamente, es muy difícil volver a saturarlo. Los concretos en ambientes internos normalmente secan completamente después del curado y no continúan a desarrollar resistencia.

- i. Velocidad de secado del concreto:** El concreto no se endurece o se cura con el secado. El concreto (o más precisamente el cemento en él) necesita de humedad para hidratarse y endurecerse. Cuando el concreto se seca, la resistencia para de crecer; el hecho es que el secado no indica que haya ocurrido suficiente hidratación para que se obtengan las propiedades físicas deseables. El conocimiento de la velocidad de desección (tasa de secado) es útil para el entendimiento de las propiedades o condiciones físicas del concreto. Los concretos recién colocados normalmente tienen abundancia de agua, pero a medida que el secado progresa de la superficie para el interior del concreto, el aumento de resistencia continúa

solo hasta cada profundidad, desde que la humedad relativa en aquella profundidad permanezca arriba de los 80% <sup>(15)</sup>.

### **2.2.11. Importancia del concreto**

Rivva <sup>(16)</sup>

“Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país. Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material y de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general desconocido en muchos de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales”. Ello obliga al estudio y actualización permanentes para obtener el concreto las máximas posibilidades que como material puede ofrecer al ingeniero.

**Ceballos** <sup>(17)</sup>

La importancia del concreto en los proyectos de infraestructura radica en su versatilidad, desarrollo de tecnologías que lo han llevado a límites insospechados en su desempeño, usos y aplicaciones. Las ventajas que hacen del concreto un material imprescindible para la construcción de los grandes proyectos y le permiten responder ágilmente a los principales desafíos de la infraestructura son:

- Capacidad de resistir una gran variedad de condiciones de exposición extrema durante su vida útil, gracias a su alta durabilidad y resistencia.

- Es un material local y de alta disponibilidad que puede ser fabricado en cualquier parte del mundo, lo que ayuda a optimizar los costos y reducir la huella de carbono.
- Sus propiedades estéticas permiten innovaciones arquitectónicas y flexibilidad en su diseño.
- En aplicaciones de infraestructura (cimentaciones, túneles, etc.) el uso del concreto es insustituible.
- Actualmente se han desarrollado importantes proyectos a nivel mundial cuyo éxito está ligado a la implementación de las más avanzadas tecnologías en materiales de construcción.

#### **2.2.12. Diseño de mezclas del concreto**

Cordorchoa <sup>(18)</sup>

Es la determinación de la proporción de agregados, cemento y agua de concreto se realizará mediante mezclas de prueba de modo que se logre cumplir con los requisitos de trabajabilidad, impermeabilidad, resistencia y durabilidad exigidos para cada clase de concreto. Las series de mezclas de pruebas se harán con el cemento Portland Tipo I u otro especificado o señalado en los planos con proposiciones y consistencias adecuadas para la colocación del concreto en obra, usando las relaciones agua/cemento establecidas, cubriendo los requisitos para cada clase de concreto. Una mezcla se debe diseñar tanto para estado fresco como para estado endurecido. Las principales exigencias que se deben cumplir para lograr una dosificación apropiada en estado fresco son las de manejabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

##### **a. Proceso para el diseño de mezclas de concreto**

- Estudio de las especificaciones de la obra.
- Definición de la resistencia Compresión/flexión.
- Elección del asentamiento (Slump).
- Determinar TM – TMN.
- Estimación cantidad de aire.
- Estimación contenido de agua.
- Definir relación agua/material cementante.
- Contenido de material cementante.
- Verificar las granulometrías de los agregados.
- Estimación de agregado grueso.
- Estimación de agregado fino.
- Ajuste por humedad.
- Ajuste del diseño de mezcla.

### **2.2.13. Dosificación de mezclas de concreto**

Rivera <sup>(19)</sup>

Dosificar una mezcla de concreto es determinar la combinación más práctica y económica de los agregados disponibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse.

Las características de las mezclas de prueba indicaran los ajustes que deben hacerse en la dosificación de acuerdo con reglas empíricas determinadas.

En la etapa del concreto fresco que transcurre desde la mezcla de sus componentes hasta su colocación, las exigencias principales que deben cumplirse para obtener una dosificación apropiada son las de manejabilidad y economía de la mezcla; para el concreto endurecido son las de resistencia y durabilidad. Otras propiedades del concreto como: cambios volumétricos, fluencia, elasticidad, masa unitaria, etc., solo son tenidas en cuenta para dosificar mezclas especiales, en cierto tipo de obras.

#### 2.2.14. Relación agua/cemento del concreto

Guevara <sup>(20)</sup>

En esta relación agua/cemento, la importancia del agua resulta de gran magnitud, ya que ella y su relación con el cemento están altamente ligados a una gran cantidad de propiedades del material final que se obtendrá, en donde usualmente conforme más agua se adicione, aumenta la fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra; no obstante, también comienza a disminuir la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre. Así, se puede apreciar en el cuadro 4.

*Cuadro 4.* Influencia de la relación agua/cemento en la resistencia del Concreto.

A/C	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
0,36	420
0,40	370
0,45	340
0,50	295
0,55	275
0,60	230
0,65	220
0,70	185
0,75	165
0,80	140

*Fuente: Guevara G. 2012.*

**Laura** <sup>(21)</sup>

Este es el factor más importante en el diseño de mezclas de concreto, porque con él se pueden determinar los requisitos de resistencia, durabilidad, permeabilidad y acabado.

Existen dos criterios (por resistencia y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

✓ **Por resistencia**

Para concretos preparados con cemento Portland tipo 1 o cementos comunes, puede tomarse la relación a/c del cuadro 5.

*Cuadro 5. Relación A/C y resistencia a la compresión del concreto.*

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Laura S. Diseño de mezclas de concreto: 2016.

✓ **Por durabilidad**

La Norma Técnica de Edificación E.060 prescribe que si se desea un concreto de baja permeabilidad, o el concreto ha de estar sometido a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda. Se deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla 03.

Cuadro 6. Máxima relación A/C permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición.

CONDICIONES DE EXPOSICION	RELACIÓN AGUA/CEMENTO MÁXIMA.
Concreto de baja permeabilidad:	
a) Expuesto a agua dulce.	0.50
b) Expuesto a agua de mar o aguas salobres.	0.45
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales. (*)	0.45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda:	
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas.	0.45
b) Otros elementos.	0.50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de esta agua.	0.40
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm.	0.45
(*) La resistencia $f_c$ no deberá ser menor de 245 kg/cm <sup>2</sup> por razones de durabilidad.	

Fuente: Laura S. Diseño de mezclas de concreto: 2016.

### 2.2.15. Durabilidad del concreto

El Comité del Instituto Americano del Concreto <sup>(22)</sup>

Define como la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión o cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzca deterioro del concreto. Además a durabilidad no es un concepto absoluto que dependa solo del diseño de mezcla, sino que está en función del ambiente de exposición y las condiciones de trabajo a las cuales lo sometamos.

#### a. Pasos para alcanzar una adecuada durabilidad

Para alcanzar una adecuada durabilidad, se deben seguir algunos pasos:

- **Elección de materiales:** El concreto difícilmente será durable, si sus materiales constituyentes (agua, agregados, cemento, aditivos y/o

adiciones); no son los más adecuados o no cumplen con las especificaciones.

- **Dosificación:** La resistencia de un concreto, no es por sí sola, una medida de durabilidad. Es importante diseñar la mezcla de forma adecuada, considerando las características de los materiales que se tienen (agregados, cemento); así como las condiciones ambientales a las que estará sometida la estructura.
- **Fabricación y puesta en la obra:** Es importante seguir algunas recomendaciones básicas para garantizar la durabilidad del concreto:
  - ✚ Mezclado durante el tiempo suficiente, para obtener un material homogéneo.
  - ✚ Transporte que mantenga la homogeneidad, evite la segregación, y principio de endurecimiento.
  - ✚ Colocación correcta de las armaduras, utilizando elementos separadores para garantizar que en cualquier circunstancia, van a respetarse los recubrimientos mínimos, especificados en el proyecto.
  - ✚ Vertido correcto del concreto, que impida su segregación.
  - ✚ Evitar la mala práctica de añadir agua para que el concreto “corra”; si fuese necesario utilizar un aditivo, para resolver el problema de trabajabilidad y no comprometer la resistencia y durabilidad del concreto.
  - ✚ Compactación adecuada que evite la segregación y porosidad.
  - ✚ Curado que garantice la hidratación suficiente del cemento y el correcto endurecimiento del concreto.

✚ Sustancias agresivas al concreto: Algunos gases o líquidos, son particularmente agresivos al concreto, por lo que se deben tomar medidas, para su control, y consideración en el diseño de mezcla. Entre ellas se tienen: gases o líquidos ácidos o con sulfatos, aceites vegetales, tierras o suelos con humus y sales cristalizadas.

#### **b. Factores que afectan la durabilidad del concreto**

Los factores que afectan la durabilidad del concreto, son aquellos que producen el deterioro del mismo. Estos factores se clasifican en 5 grupos:

- Congelamiento y Deshielo
- Ambiente químicamente agresivo
- Abrasión.
- Corrosión de metales en el concreto.
- Reacciones químicas en los agregados.

#### **2.2.16. Patología**

Broto <sup>(23)</sup>

“La palabra patología, etimológicamente hablando, procede de las raíces griegas *pathos* y *logos*, y se podría definir, en términos generales, como el estudio de las enfermedades. Por extensión la patología constructiva de la edificación es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades con posterioridad a su ejecución”.

Florentín et al. <sup>(24)</sup>

La palabra proviene del griego “*pathos*”: enfermedad y “*logos*”: Estudio; y en la construcción, enfoca el conjunto de enfermedades, de origen químico, físico,

mecánico o electroquímico y biológicas, y sus soluciones; mientras que la “tecnología de los materiales” trata de las técnicas para la ejecución y aplicación de esas soluciones. La relación efectiva de los conocimientos en ambas áreas, conjuntamente con los conceptos de prevención, y mantenimiento, nos brindara una mayor garantía de calidad en nuestras obras. Es importante saber, que las patologías constructivas aparecen en un 75% por causas de mal diseño y mala calidad de mano de obra, o sea de falla humana, lo que se puede revertir con mano de obra calificada, capacitación al personal, controles de calidad y el estudio, en gabinete, del diseño adecuado para cada proyecto. Además, el 50% de estas patologías están relacionadas a la humedad, lo que refuerza la importancia de la correcta impermeabilización de la obra.

#### **2.2.17. Patología del concreto**

Rivva <sup>(25)</sup>

La patología del concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que pueden sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios. En resumen, en este trabajo se entiende por patología a aquella parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras de concreto.

El concreto puede sufrir, durante su vida, defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden ser congénitos por estar presentes desde su concepción y/o construcción; otros puede haber lo atacado durante alguna etapa de su vida útil; y otros pueden ser consecuencia de accidentes. Los síntomas que indican que se está produciendo daño en la

estructura incluyen manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa u otros.

### **2.2.18. Causas de la patología**

Avendaño <sup>(26)</sup>

Las principales causas son: Defectos en el proyecto, defectos constructivos y defectos en la vida útil. Las cuales indican:

#### **a. Etapa de diseño**

El diseño de toda estructura no solo debe contemplar las consideraciones mecánicas de resistencia, sino también las condiciones ambientales que rodean a la estructura. En la actualidad, por el avance en los códigos y en los métodos e instrumentos de cálculo estructural, se tiende a optimizar los recursos disponibles para la construcción (materiales), logrando estructuras más eficientes con un adecuado comportamiento estructural, pero en algunos casos más vulnerables a sufrir problemas de durabilidad. Las causas más probables que originan patologías durante la etapa de diseño son:

- No considerar las condiciones ambientales y de servicio que soportara la estructura.
- Omitir el diseño de juntas de contracción, dilatación o construcción. El concreto es un material que cuenta con muy baja resistencia a la tensión y se fisura o se agrieta fácilmente, por lo que los elementos estructurales como los canales de concreto deben contar con el diseño adecuado de juntas.
- Omitir en los planos constructivos o en los documentos de especificaciones técnicas. Las indicaciones de Resistencia y las

características requeridas de los materiales, tales como características del concreto, del acero, los recubrimientos y sistemas de tratamiento o protección superficial.

- Realizar un diseño de mezcla de concreto sin tomar en cuenta los requerimientos de durabilidad para la exposición y el uso que va sufrir el elemento estructural.

#### **b. Etapa de construcción**

El proceso constructivo debe generar un producto totalmente apegado a los planos y a las especificaciones de diseño. Las obras tienen un tiempo definido para ejecutarse, por lo que los métodos constructivos mejoraron su eficiencia por medio de la industrialización de la construcción, el uso de la tecnología y estrictos controles de calidad. Es importante tener en cuenta la relación agua – cemento durante esta etapa porque cuando es mayor esta relación, mayor será la porosidad del concreto y por lo tanto más vulnerable ante agentes externos.

Las causas más probables que originan estas patologías son:

- Dosificación inadecuada de la mezcla del concreto. Estas malas prácticas llevan a adicionar agua, cemento y aditivos sin ningún control o utilizar agregados de tamaño equivocado y pureza cuestionable.
- Omitir el control de calidad de los ingredientes de la mezcla, al no realizar pruebas de verificación de los agregados y la preparación de las briquetas para los ensayos de resistencia.
- Emplear malas prácticas de colocación y compactación del concreto.
- Construir inadecuadamente las juntas de contracción.

- Omitir las tareas de protección y aplicar prácticas de curado del concreto inapropiadas.
- Cometer errores en la colocación y en el retiro prematuro de los encofrados.
- No respetar las especificaciones y el diseño, por la inadecuada interpretación de los planos, cambiando el comportamiento de la estructura.
- Inadecuados procedimientos de montaje de los elementos prefabricados, que induzcan deformaciones, impactos y vibraciones no previstas.

**c. Etapa de operación o uso**

El comportamiento y desempeño de una estructura durante su vida útil, dependen de los procesos de diseño, elección de materiales y de la construcción. Este periodo de vida útil puede verse disminuido significativamente por las condiciones en las que opere la infraestructura.

Las causas más probables que originan estas patologías son:

- **Cambio de uso o abuso de la estructura:** Se incrementan los requerimientos de resistencia por el aumento en las cargas de servicio, las vibraciones, los impactos y los cambios de configuración estructural por remodelaciones sin control; por otro lado se producen cambios en las condiciones ambientales o de exposición de los elementos. También entra a tallar los cambios que son provocados por la acción del usuario, traen consigo deterioros irreversibles en la estructura, ya que imponen condiciones que no fueron tomadas en cuenta en el diseño.

- **Desastres naturales o accidentes:** Entre los desastres que provocan más daño a una obra civil son los incendios, explosiones, choques o impactos, inundaciones, movimientos telúricos.
- **Falta de mantenimiento:** No se establece un manual con procedimientos de mantenimiento y protección, con base en las condiciones de operación de la estructura. El mantenimiento es necesario para impedir el deterioro y conservar las condiciones originales de desempeño por resistencia y durabilidad.

### 2.2.19. Tipología del proceso patológico

Son los siguientes:

- a. **Patologías físicas:** Son todas aquellas en que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como temperaturas, heladas, clima y condensaciones. Las causas físicas más comunes son: Humedad, Erosión y Suciedad.
- b. **Patologías mecánicas:** Son aquéllas en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas, separaciones de materiales o elementos constructivos. Podemos dividir este tipo de lesiones en cinco apartados diferenciados: deformaciones, grietas, fisuras, desprendimiento y erosiones mecánicas.
- c. **Patologías químicas:** Se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico. El origen de las lesiones químicas suele ser la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan a la integridad del material y reducen su durabilidad. Se denominan eflorescencias, oxidaciones o corrosiones <sup>(23)</sup>.

Cuadro 7. Tipología del proceso patológico en canales.

N° Patologías
1. Fisura
2. Grieta
3. Hundimiento
4. Erosión
5. Delaminación
6. Impacto
7. Vegetación
8. Sello de junta
9. Eflorescencia
10. Descascaramiento
11. Sedimento.

Fuente: Elaboración propia (2019).

### 2.2.20. Factores que causan defectos en el concreto

Flores <sup>(27)</sup>

Podemos clasificarlos según el momento de su ocurrencia:

#### a. Relacionados al diseño

Durante la etapa de ingeniería, el elemento de concreto será diseñado en base al conocimiento y experiencia de los proyectistas, y a los procedimientos y los controles de revisión establecidos antes de emitir la ingeniería final. Cualquier diferencia u error en la estructuración de la edificación, el pre-dimensionamiento de los elementos, los metrados de las cargas, la modelación estructural, los criterios, normas y estándares escogidos para el diseño, etc. impactarán directamente en el comportamiento futuro del concreto.

#### b. Relacionados a los materiales

La inadecuada selección de los materiales a emplear en la fabricación del concreto también afectará su posterior desempeño. Todos los materiales empleados en su producción (cemento, agregados, agua y aditivos) deben

pasar por un adecuado control de calidad. Debemos estar seguros de su procedencia y confiabilidad para lograr el estándar de diseño requerido. Asimismo un buen diseño de mezclas nos debe asegurar la correcta proporción de cada uno de ellos y en la obra, la buena práctica constructiva nos acercará a los valores esperados de resistencia y durabilidad.

### **c. Relacionados a la construcción**

La experiencia de la mano de obra, sumada a una buena supervisión de los procedimientos de construcción, mejorará el desempeño del concreto. Muchas veces confiamos la producción del concreto a nuestro maestro sin hacer una revisión de las cantidades, tiempos de mezclado, procedimientos de transporte, colocación, vibrado y curado del concreto. Recordemos que si empleamos concreto premezclado también debemos tener otras consideraciones y controles en cuenta. La importancia de la relación agua-cemento empleada es el factor más importante para asegurar un concreto durable a futuro.

### **2.2.21. Factores que causan deterioro en el concreto**

El deterioro en las estructuras de concreto está íntimamente ligado a su durabilidad, entendiéndose como durabilidad la capacidad que tiene el concreto para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, de los ataques químicos o biológicos, de la abrasión y de cualquier otro mecanismo de deterioro.

#### **a. Deterioro por acciones físicas**

La exposición del concreto a acciones físicas generan cambios volumétricos en él: los cambios de humedad, de temperatura, congelación y deshielo, etc., determinarán cambios en el peso unitario, porosidad y permeabilidad en el

concreto. En este contexto, la relación agua/cemento de la mezcla tiene mucha importancia en la permeabilidad del concreto, que finalmente será la propiedad que determinará el grado de ataque. A mayor relación a/c, mayor será la permeabilidad debido a la porosidad. Por ello, limitar la relación a/c durante la mezcla y un adecuado curado, disminuirá la permeabilidad de la pasta y con ello la porosidad al interior del material.

**b. Deterioro por acciones mecánicas**

Las acciones mecánicas están directamente asociadas a la aparición de micro-fisuras, fisuras y fallas en el concreto. La exposición a cargas y sobrecargas, deflexiones y movimientos excesivos, impactos previstos o imprevistos, vibraciones y mecanismos de abrasión (como rozamientos, raspado, erosión o cavitación) generarán figuración y agrietamiento en el concreto. Asimismo, la figuración está directamente ligada a la durabilidad del concreto, pues ayudará a la penetración de sustancias agresivas al interior, disminuirá la resistencia del concreto a fuerzas cortantes, fomentará la corrosión del refuerzo estructural, etc.

**c. Deterioro por acciones químicas**

Durante su vida útil, es posible que la estructura de concreto esté sujeta a ataques químicos, siendo los más desfavorables el ataque de ácidos, la lixiviación por aguas blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas o sulfatos y reacciones álcali-agregado, entre otras. Tan pronto se dé la reacción entre el concreto y el agente químico, el concreto comenzará a descomponerse en la medida que su permeabilidad lo permita.

La adecuada compactación, sumada a una baja relación a/c y curado, favorecerán la compacidad del concreto y una menor permeabilidad.

**d. Deterioro por acciones biológicas**

Los organismos o micro-organismos, vivos o muertos, adheridos a la superficie del concreto son factores que causan deterioro en el concreto y corrosión en el acero. La acción metabólica de los organismos favorecerá la formación de una biocapa compuestas por excreciones de sustancias ácidas y polisacáridos, sumado a la descomposición de los organismos muertos. Esta biocapa se fijará en la superficie y permitirá el ingreso, a través de los mecanismos de absorción capilar en el concreto, de productos que alterarán la química del concreto, generando deterioro en él. Una continua limpieza de la superficie evitará la proliferación de los microorganismos, así como el control de la humedad del entorno.

**e. Deterioro del acero de refuerzo**

El acero de refuerzo trabaja de manera conjunta con el concreto. El deterioro de uno influirá directamente en el otro y en la vulnerabilidad de la estructura. El fenómeno de la corrosión del acero solo se produce en el rango de humedad relativa entre 50% y valores próximos a la saturación. Sin embargo, una reducción de la alcalinidad del concreto (de un pH óptimo de 13 a un pH de 8 ó 9) puede alentar el proceso de corrosión, pues el concreto reaccionará con sustancias ácidas. La carbonatación del concreto por presencia de CO<sub>2</sub> es uno de estos factores. Otro es la presencia de una cantidad suficiente de cloruros que atacarán la capacidad pasivante del concreto.

## **f. Otros factores que influyen en el concreto**

- 1. Polución del Medio Ambiente:** La contaminación del aire ocasiona el tránsito de partículas de polvo y residuos que, por acción del viento, se van depositando en la superficie del concreto. Sumado a esto, las lluvias o la humedad del ambiente harán que estos residuos ingresen al concreto a través de los poros superficiales, contaminándolo e iniciando el proceso de deterioro.
- 2. Cultivos Biológicos.-** Por su rugosidad, el concreto es un material biorreceptivo, pues su superficie ayuda la aparición y formación de colonias de microorganismos que, no solo mancharán la superficie, sino que pueden causar deterioro en el concreto al ingresar por los mismos poros.
- 3. Eflorescencias:** Conocemos como eflorescencias a los depósitos de algunos materiales que se forman en la superficie del concreto. Generalmente estos depósitos son compuestos de sales de calcio (carbonatos y/o sulfatos) o de metales alcalinos (sodio y potasio), o una combinación de ambos. El carbonato de calcio producirá el fenómeno de carbonatación, y debido a que su solubilidad en el agua es extremadamente baja, al depositarse, tiende a permanecer adherido en la superficie.

### **2.2.22. Descripción de cada patología**

#### **a. Daño por Grietas**

Broto <sup>(23)</sup> y Pérez <sup>(28)</sup>

- **Descripción:** Son aberturas longitudinales incontroladas y no deseadas, que afectan todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento, por lo que provocan la pérdida de su consistencia y de integridad. Las grietas producen daños estructurales, generando falla estructural. Aberturas de más de un milímetro de ancho.
- **Posibles Causas de Deterioro:** Agrietamiento de la estructura por empuje del suelo (empuje de carga) y por la acción de las raíces de los árboles cercanos al canal, deficiencia constructiva o de diseño, retracción por secado del material, ausencia de juntas de contracción debido a la presencia de temperaturas altas y bajas.
- **Nivel de Severidad**
  - Leve:* Grietas cerradas, variables de ancho, discontinuas de poca longitud, aberturas con un ancho mayor a 1 mm a 2 mm.
  - Moderado:* Grietas ligeramente abiertas o grieta cerrada continúan que no indica falla de la estructura, aberturas con un ancho mayor a 2 mm a 5 mm.
  - Severo:* Grietas abiertas que muestran un patrón bien definido indicativo de la falla o inicio de la falla de la estructura, aberturas con ancho mayor a 5 mm, afectando en su totalidad su espesor.
- **Medición:** El daño de las aberturas se medirá en milímetros (mm) y se cuantifica en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) del canal afectado.
- **Intervención Recomendada:**

**Severidad Leve:** Se procede a picar alrededor de los huecos con una herramienta punzante (clavo, cincel, etc) y limpiar, luego resanar con cemento y arena, selladores, impermeabilizantes integrales.

**Severidad moderada y severa:** Se tendrá que demoler el tramo dañado del canal, aplicar a la superficie a unir un aditivo, para la reconstrucción completa.

*Figura 11.* Grietas en las paredes del canal.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

#### **b. Daño por Fisuras**

- **Descripción:** Son aberturas longitudinales incontroladas y no deseadas producidas en un elemento constructivo, ya sea estructural o de simple cerramiento. Las fisuras producen daños superficiales, afectan a la superficie o acabado superficial del elemento. Aberturas que en general tienen una anchura inferior a 1 mm <sup>(23,28)</sup>.

- **Posibles Causas de Deterioro:**

ACI 224.1R <sup>(29)</sup>

- ✓ **Retracción por secado del material,** es provocada por la pérdida de humedad de la pasta cementicia, cuando mayor sea la cantidad de agregados, menor será la retracción; cuando mayor sea el contenido de

agua, mayor será la retracción. Hay fisuración superficial irregular en muros y losas, cuando la capa superficial tiene mayor contenido de humedad que el interior del hormigón, el resultado es una serie de fisuras finas y **poco** profundas, con poca separación; la retracción se puede reducir aumentando la cantidad de agregado y reduciendo el contenido de agua, un procedimiento que ayudara a reducir la fisuración por asentamiento de los agregados. Se puede controlar utilizando juntas de contracción y un adecuado detallado de las armaduras.

- ✓ Fisuramiento por cambios de temperatura afecta la pasta de cemento como agregados, temperaturas mayores a 20°C, se expande (dilatación) cuando la temperatura aumenta y se contrae cuando disminuye.
- ✓ **Tensiones de origen térmico;** las diferencias de temperatura dentro de una estructura, pueden ser provocadas parte de la estructura que pierden calor de hidratación a diferentes velocidades o por condiciones climáticas que enfrían o calientan una parte de la estructura. Estas diferencias de temperatura ocasionan cambios diferenciales de volumen. Si las tensiones de tracción provocadas por los cambios diferenciales de volumen superan la capacidad de deformación por tracción del hormigón, este se fisurara.
- ✓ **Prácticas constructivas inadecuadas;** existe una gran variedad, entre ellas la más habitual es la costumbre de agregarle agua al hormigón para mejorar su trabajabilidad. El agua agregada reduce la resistencia, aumenta el asentamiento y aumenta la retracción por secado.

- ✓ **Rajaduras por humedad;** las fisuras se producen cuando están en contacto con el agua.
- ✓ Por la acción de las raíces de plantas cercanos al canal.
- **Nivel de Severidad**
  - Leve:** Llamadas también microfisuras, son aberturas muy pequeñas que resultan visibles. En general carecen de importancia, aberturas con un ancho entre 0.1 mm a 0.2 mm.
  - Moderado:** Fisuras ligeramente abierta que no indica falla de la estructura. En general son poco peligrosas, salvo en ambientes agresivos, en los que pueden favorecer la corrosión, aberturas con un ancho mayor a 0.2 mm a 0.4 mm.
  - Severo:** Estas son las fisuraciones que pueden tener repercusiones estructurales de importancia, dañan la superficie del material o el acabado superficial del canal; aberturas con un ancho mayor a 0.4 mm a 1.0 mm.
- **Medición:** El daño se medirá en milímetros (mm) y se cuantifica en metros Cuadrados (m<sup>2</sup>) de canal afectado <sup>(23, 28)</sup>.
- **Intervención Recomendada:**
  - Severidad Leve, Moderado:**
    - **Inyección de resinas epoxi;** se pueden adherir fisuras de muy poca abertura, hasta 0.05 mm, La técnica generalmente consiste en establecer bocas de entrada y venteo a intervalos poco espaciados a lo largo de las fisuras, sellar la fisura en las superficies expuestas e inyectar la resina epoxi a presión. Si no se puede eliminar la causa de

la fisuración hay dos opciones disponibles. Una consiste en perfilar y sellar la fisura, tratándola como una junta, o establecer una junta que acomode el movimiento y luego inyectar la fisura con una resina epoxi u otro material adecuado. Los procedimientos generales involucrados son: limpiar las fisuras, sellar las superficies, instalar las bocas de entrada y venteo, Mezclar la resina epoxi, Inyectar la resina epoxi. Retirar el sellado superficial, procedimiento alternativo.

***Severidad Alto (severo)***

- Perfilado y sellado; se puede aplicar en condiciones que requieren una reparación inmediata y cuando no es necesario efectuar una reparación estructural. Este método consiste en agrandar la fisura a lo largo de su cara expuesta y llenarla y sellarla con un sellador adecuado.
- Costura de fisuras; Coser una fisura consiste en perforar orificios a ambos lados de la fisura, insertar unidades metálicas en forma de U de patas cortas (grampas o bridas de costura) y asegurarlas con mortero.
- Perforación y obturación; consiste en perforar hacia abajo en toda la longitud de la fisura y llenarla con mortero de manera de formar una cuña o tapón.
- Llenado por gravedad Se pueden usar monómeros y resinas de baja viscosidad para sellar fisuras con anchos superficiales de entre 0,03 a 2 mm, aplicándolos por el método del llenado por gravedad. También se han utilizado exitosamente los metacrilatos de alto peso molecular,

uretanos y algunas resinas epoxi de baja viscosidad. Cuanto menor sea la viscosidad, más finas serán las fisuras que se pueden llenar.

- Llenado con morteros.
- Impregnación con polímero.
- Autocurado y otros <sup>(29)</sup>.

*Figura 12.* Fisuras en las paredes del canal.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

### c. Daño por Musgo

- **Descripción:** Los musgos son plantas de distintos tamaños de cierto porte cuya presencia, está muy condicionada por la cantidad de agua, por la temperatura y por la luz, además estas se manifiestan como almohadillas superficiales, que pueden provocar alteraciones mecánicas, si existen penetración de raíces pueden provocar serios daños en las construcciones cuando sus raíces penetren en los muros. Los musgos son frecuentes en aquellos rincones de cubiertas que reciben poco mantenimiento, al crecer pueden provocar lesiones, como fisuras, grietas, desprendimiento de concreto, que pueden facilitar la posterior filtración de agua. Ejercen un efecto destructivo sobre superficie en la que se

asientan, pudiendo llegar hasta una profundidad de más de 1 cm y degradar por debajo de la superficie del concreto, si existe la presencia de sales o de cemento, la aparición de los musgos se favorece.

- **Posibles Causas del Deterioro:** La persistencia de la humedad en el entorno del muro, ausencia en la limpieza periódica de las estructuras, deficiencia en el mantenimiento, ambientes húmedos propicios para el crecimiento de musgos.

- **Nivel de Severidad:**

*Leve:* Tamaño de frondes entre 0 a 10 mm.

*Moderado:* Tamaño de frondes mayor a 10 mm.

*Severo:* No aplica.

- **Medición:** La superficie afectada se cuantificara midiendo el ancho de frondes en (mm) y el área afectada en (m<sup>2</sup>).

- **Intervención Recomendada:**

*Severidad Leve y Moderado:* La acción recomendada será la limpieza periódica del entorno de los muros de la estructura, además tomar medidas necesarias para el control del crecimiento de esta patología <sup>(23)</sup>.

*Figura 13.* Musgo en las paredes del canal.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

#### **d. Daño por Erosión**

De la cruz <sup>(30)</sup>

- **Descripción:** Se define como la desintegración progresiva de un sólido causado por la cavitación de gases, fluidos o sólidos en movimiento, la acción abrasiva y al ataque químico. También se refiere a la pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser total o parcial.

- **Posibles Causas del Deterioro:** Baja calidad del material de la estructura en cuanto a características de durabilidad; Presencia de sustancias agresivas que atacan a los materiales de la estructura; Flujos importantes de agua que generan erosión y sobre todo por:

*Erosión por cavitación;* resulta del colapso de las burbujas de vapor formadas por cambios de presión dentro de un flujo de agua de alta velocidad.

*Erosión por abrasión del concreto en estructuras hidráulicas;* resulta de los efectos abrasivos de los sedimentos, arena, grava, rocas y otros desechos transportados por el agua que chocan contra la superficie del concreto durante la operación de una estructura hidráulica, es la habilidad de una superficie para resistir el desgaste producido por fricción o rozamiento.

*Desintegración del hormigón en estructuras hidráulicas por ataque químico.*

- **Nivel de Severidad**

*Leve:* Elemento afectado hasta un 5% de su profundidad.

*Moderado:* Elemento afectado mayor al 5% a 20% de su profundidad.

**Severo:** Elemento afectado más del 20% de su profundidad.

- **Medición:** Se cuantifica el daño haciendo referencia a la superficie afectada en m<sup>2</sup>.

- **Intervención Recomendada:**

**Severidad Leve y Moderado:** Picar alrededor de los huecos y limpiar bien la superficie a reparar, lavar con agua la superficie afectada, aplicarle un aditivo para adherir con el material de relleno, con mortero compuestos por mezclas de resinas y cemento (masilla), selladores y protectores superficiales, impermeabilizantes.

Reponer el material perdido con parches, irrigaciones o sustituir el elemento por otro, sanear y endurecer, tapar y proteger con nuevos acabados para posible impermeabilización.

**Severidad Alto (Severo):**

- **Por cavitación:** A pesar de una apropiada selección de materiales que puede aumentar la resistencia por cavitación del concreto no podrá resistir las fuerzas de cavitación indefinidamente. La reparación de estructuras dañadas, la reducción o eliminación de la cavitación puede ser difícil y costoso, la mejor solución es remplazar el hormigón con materiales resistentes a la erosión.
- **Por Abrasión:** Varios tipos de recubrimientos han exhibidos resistencia buena abrasión – erosión en pruebas de laboratorio. Estos incluyen poliuretanos, mortero de resinas epoxi, resinas forman mortero, mortero acrílico, entre otros.

Figura 14. Erosión en el piso del canal.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

#### e. Daño por Fractura (Fracturamiento)

Grupo Técnico <sup>(31)</sup>

##### - Descripción:

La fractura es la separación bajo presión en dos o más piezas de un cuerpo de concreto. Esta patología se presenta cuando el canal presenta agrietamientos en bloques de tamaño mayor de 0.30 m. x 0.30 m. Se considera que hay fractura cuando existe grieta, en el bloque hay desplazamiento, hundimiento del concreto, permitiendo infiltración de agua a las capas inferiores.

##### - Posibles Causas del Deterioro:

- ✓ Debido al impacto de materiales que provienen de la parte alta del talud.
- ✓ Por acción del hombre.
- ✓ Debido al empuje del suelo y por acción de las raíces de los árboles cercanos al canal.
- ✓ Deficiencia constructiva o de diseño.

##### - Nivel de Severidad

**Leve:** No hay desplazamientos, ni hundimientos del concreto y no se observa infiltración excesiva.

**Moderado:** Los bloques están separados entre 6 mm a 10 mm, con algún desplazamiento sin hundimientos.

**Severo:** Presentan separación mayor a 10 mm, con desplazamientos, hundimientos que permiten infiltración de agua a las capas inferiores. Puede existir remoción total o parcial del concreto.

- **Medición:** Se cuantifica el daño haciendo referencia al área afectada en m<sup>2</sup>.

- **Intervención Recomendada:**

**Severidad leve, moderada y severa:** Retirar el concreto de la sección afectada y reemplazarlo por uno nuevo, de preferencia emplear concreto diseñado para canales, por razones de durabilidad, también tener en cuenta la eliminación de los árboles que estén ocasionando la ruptura del canal.

*Figura 15.* Fracturamiento en el muro izquierdo del canal.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

## f. Daño por impacto

Aguado <sup>(32)</sup>

- **Descripción del daño:** Define al daño como roturas causadas por el impacto de materiales provenientes de la parte alta del talud o por el choque con agentes externos que causan daño en la estructura. Es debido al impacto y frotamiento localizado del concreto en lugares específicos de la estructura, como suele ocurrir en canales por el impacto.

- **Posibles causas del deterioro:** Movimientos del terreno que inducen deformaciones y sobreesfuerzos en los materiales que conforman los canales, golpes de agentes externos, deficiencia constructiva, vandalismo, construcción inadecuada de obras adyacentes.

- **Nivel de severidad:**

*Leve:* Elemento afectado hasta un 5% de su profundidad.

*Moderado:* Elemento afectado mayor al 5 % a 20% de su profundidad.

*Severo:* Elemento afectado más del 20% de su profundidad.

- **Medición:** Se cuantifica el daño haciendo referencia a la superficie afectada en m<sup>2</sup>

- **Intervención recomendada:**

*Severidad leve:* Se procede a la remoción del material que ha impactado la estructura, sellado con materiales epóxicos o bituminosos, si se trata de cunetas, canales en concreto.

*Severidad moderada y severa:* Se evaluara detenidamente la estructura y determinar acciones para prevenir, si fuese el caso, se procederá a la

reconstrucción completa del tramo de la estructura dañada, la cual se demolerá.

*Figura 16.* Rotura por impacto en la pared del canal.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

#### **g. Daño por moho**

- **Descripción:** Son manchas debidas a la fluctuación de colonias de hongos, bacterias o microorganismos que, en ocasiones, dan lugar a malos olores, como el característico “olor a moho”, en general estos aparecen en la superficie de concreto en forma de color gris o verde, negro o marón.
- **Posibles Causas:** Para su aparición son necesarias unas condiciones ambientales: rugosidad y porosidad de la superficie del material (para su fácil agarre), la humedad relativa debe ser superior al 70% y que estos hongos no son seriamente activos hasta que el depósito de agua condensada no se mantiene sobre el 80% de humedad relativa. Con su presencia desfiguran los relieves o las superficies de concreto, el descascarado y la pérdida del aglomerante son los pasos subsiguientes.
- **Nivel de severidad:**

**Leve:** Presencia de mancha de color gris o verde, negro o marón en la superficie de la estructura.

- **Medición:** Es metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

- **Intervención recomendada:**

**Severidad leve:** Limpieza natural mediante agua y cepillo, limpieza química implica utilizar diversos productos como disolventes o fungicidas, en general, una vez hecho la limpieza, es conveniente aplicar una protección superficial hidrofugante mediante sellados o reposición de pinturas (blanqueador), se aconseja tomar medidas de precaución <sup>(23)</sup>.

*Figura 17. Moho en la pared del canal.*



Fuente: Elaboración propia; 2019.

### **2.2.23. Niveles de severidad en las patologías identificadas**

Es el grado de afectación de las estructuras de concreto, como los canales. Estado en que se encuentra el canal respecto a las patologías del concreto. Para cada tipo de patología evaluadas, sus respectivas especificaciones y rangos proporcionados en la siguiente tabla:

Cuadro 8. Especificaciones de severidad en las patologías identificadas.

ITEM	TIPO DE PATOLOGIAS	PATOLOGIAS	NIVEL DE SEVERIDAD	ESPECIFICACIONES DE NIVEL DE SEVERIDAD
1	MECANICAS	GRIETAS	LEVE	Grietas con ancho mayor a 1.0 mm a 2 mm. <b>(Broto y Pérez)</b>
			MODERADO	Grietas con ancho mayor a 2 mm a 5 mm. <b>(Broto y Pérez)</b>
			SEVERO	Grietas con ancho mayor a 5 mm. <b>(Broto y Pérez)</b>
2		FISURAS	LEVE	Fisuras con ancho entre 0.1 mm a 0.2 mm. <b>(Broto y Pérez)</b>
			MODERADO	Fisuras con ancho mayor a 0.2 mm a 0.4 mm. <b>(Broto y Pérez)</b>
			SEVERO	Fisuras con ancho mayor a 0.4 mm a 1 mm <b>(Broto y Pérez)</b>
3		IMPACTO	LEVE	Elemento afectado hasta un 5% de su profundidad. <b>(Aguado)</b>
			MODERADO	Elemento afectado mayor al 5% a 20% de su profundidad. <b>(Aguado)</b>
			SEVERO	Elemento afectado más del 20% de su profundidad. <b>(Aguado)</b>
4		FRACTURA	LEVE	No hay desplazamientos, ni hundimientos del concreto y no se observa infiltración excesiva. <b>(Grupo Técnico)</b>
			MODERADO	Los bloques están separados entre 6 mm a 10 mm, con algún desplazamiento sin hundimientos. <b>(Grupo Técnico)</b>
			SEVERO	Presentan separación mayor a 10 mm, con desplazamientos, hundimientos que permiten infiltración de agua a las capas inferiores. Puede existir remoción total o parcial del concreto. <b>(Grupo Técnico)</b>
5	FISICAS	EROSION	LEVE	Elemento afectado hasta un 5% de su profundidad. <b>(De la Cruz)</b>
			MODERADO	Elemento afectado mayor al 5% a 20% de su profundidad. <b>(De la Cruz)</b>
			SEVERO	Elemento afectado más del 20% de su profundidad. <b>(De la Cruz)</b>

6	BIOLOGICAS	MUSGO	LEVE	Tamaño de frondes entre 0 a 10 mm. (Broto)
			MODERADO	Tamaño de frondes mayor a 10 mm. (Broto)
			SEVERO	No aplica. (Broto)
7		MOHO	LEVE	Presencia de mancha de color gris o verde, negro o marón en la superficie de la estructura. (Broto).
			MODERADO	-----
			SEVERO	-----

Fuente: Elaboracion propia; 2019.

#### 2.2.24. Condicion de servicio

La condicion de servicio de un canal es transportar o conducir agua con una eficiencia de conduccion optima, el caudal que esta diseñado para llevar esta al 100 %, que sus funciones de diseño cumplan para lo cual se ha diseñado y construido, así garantizar el buen funcionamiento y su vida útil del canal. Pero existen circunstancias las que definen la situacion estándar de una estructura como los canales, dichas circunstancias afectan la condicion de servicio.

#### 2.2.25. Eficiencia de conduccion

Ministerio de Agricultura <sup>(33)</sup>

La eficiencia de conducción permite evaluar la perdida de agua en el canal principal desde la Bocatoma hasta el punto final del canal principal.

Existe casos en que no es factible tener cerrado la compuertas de los canales laterales de distribución L1, L2, L3,..., Ln los mismos que se consideran en la forma de cálculo de la eficiencia de Conducción.

$$Efc = \frac{\text{Caudal que llega al final del canal principal} + \sum \text{Caudales de distribución}}{\text{Caudal de agua que entra al canal principal}} \times 100$$

**Nota:** La Sumatoria de Canales de Distribucion se asume cero, en caso de que las compuertas se encuentren cerradas.

Si el porcentaje de eficiencia es alto, significa que las pérdidas de agua son mínimas debido al buen estado del canal principal que conduce el agua. Esto quiere decir lo siguiente:

- Que, de preferencia el canal principal sea revestido, para evitar que haya pérdidas de infiltración.
- Que no tenga roturas, ni en la base, ni en los taludes ni en los bordes.
- Que no tenga mucho espejo de agua expuesto a la evaporación.
- Que no se produzcan hurtos o sustracción de agua en el recorrido, como el caso de usuarios informales, carguío de agua en cisternas, abastecimiento permanente de uso pecuario etc.
- Que se deriven los caudales mínimos recomendables técnicamente, para tener velocidad aceptable y no producir sedimentación que reduce la capacidad del canal o erosión que deforma la sección, exponiendo una mayor superficie a la infiltración.

**Nota:** La eficiencia de conducción buena en base a la información obtenida de **Palacios** <sup>(34)</sup>, considera en los canales totalmente revestidos, con mampostería de piedra con mortero de cemento o concreto eficiencias próximas al 95% hasta 20 km y 90% hasta 50 km, así mismo se menciona que promedios se pierde un 40% del agua en la conducción, es decir la eficiencia media de conducción es del orden de los 60%.

***Para la medicion de caudales se utilizara el metodo del flotador.***

### a. Metodo del flotador

Se utiliza un flotador con él se mide la velocidad del agua de la superficie, pudiendo utilizarse como flotador cualquier cuerpo pequeño que flote: como un corcho, un pedacito de madera, una botellita lastrada

Se recomienda utilizar el método del flotador, para aforos de caudales no menores de 0.250 m<sup>3</sup>/s (250 lt/seg.) ni mayores de 0.900 m<sup>3</sup>/s (900 lt/seg).

El procedimiento para la toma de datos es el siguiente: Para medir la velocidad en canales o causes pequeños, se coge un tramo recto del curso de agua y alrededor de 5 a 10 m, se deja caer el flotador al inicio del tramo que está debidamente señalado y al centro del curso del agua en lo posible y se toma el tiempo inicial t<sub>1</sub>; luego se toma el tiempo t<sub>2</sub>, cuando el flotador alcanza el extremo final del tramo que también está debidamente marcado; y sabiendo la distancia recorrida y el tiempo que el flotador demora en alcanzar el extremo final del tramo, se calcula la velocidad <sup>(33)</sup>.

Dónde:

- V = Velocidad, en m/s.
- e = Espacio recorrido por el flotador (m).
- t = Tiempo recorrido por el flotador, en segundos.
- A = Área de la sección transversal (m<sup>2</sup>).
- C =Factor de corrección.
- Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s).

$$Q = C \times A \times V \quad ; \quad V = \frac{e}{t}$$

*Cuadro 9. Factor de Correccion (C).*

<b>Tipo de cauce</b>	<b>Factor de correccion (C)</b>	<b>Precision de velocidad</b>
Canal rectangular con lados y lechos lisos	0.85	Buena
Rio profundo y lento	0.75	Razonable
Arroyo pequeño de lecho parejo y liso	0.65	Mala
Arroyo rapido y turbulento	0.45	Muy mala
Arroyo muy poco profundo de lecho rocoso	0.25	Muy mala

Fuente: Ministerio de agricultura; 2015.

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Diseño de la investigación

Según la naturaleza, la presente investigación será de tipo descriptivo, enfoque mixto, no experimental y de corte transversal.

- Tipo de investigación: **Descriptivo**; porque describe la realidad del objeto de estudio a investigar sin alterarla, plantea lo más resaltante de un hecho, da la respuesta al problema.
- Según el enfoque: **Mixto**; Cualitativo – cuantitativo; *cualitativo* ya que se describe la condición de servicio del canal (patologías del concreto); y *cuantitativo* ya que se obtendrá valores numéricos de las patologías del concreto, se especifica las patologías importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones y/o componentes del fenómeno. Cuantifica las variables (se determinó áreas afectadas y se describió las patologías).
- La investigación es **No experimental**; Porque su investigación se basa en la observación de los hechos, identificar, localizar, caracterizar, analizar las patologías sin recurrir al laboratorio, acontecimiento sin alterar en lo más mínimo ni el entorno ni el fenómeno estudiado.
- De **Corte Transversal**: Porque la recolección de datos se hace en un solo momento, sola una vez se toma el análisis, cuya finalidad es identificar las variables para luego analizar su incidencia en un momento determinado.

Según el tipo de investigación por niveles, se ubica en el nivel descriptivo, porque el canal en estudio será observado en un entorno completamente natural e invariable, sin alterar, para luego describir las condiciones en las que se encuentra la estructura.

La metodología utilizada en el proyecto se basa en lo siguiente:

- Recopilación de información previa que nos inclina hacia la búsqueda y ordenamiento de datos existentes y toda la información necesaria que aporte en lograr los objetivos de la presente investigación.
- Se desarrolló la inspección visual para el reconocimiento del lugar de estudio, ubicación de tramos o paños más afectados, identificación de patologías, recolección de datos utilizando una ficha de recolección de datos y posteriormente a ello se transfieren los datos a la ficha de evaluación donde se registraron aspectos como tipos de patologías de acuerdo a los niveles de severidad y áreas afectada: de esa manera se continuo con el procesamiento de datos, tabulaciones para realizar el análisis adecuado del estudio patológico y resultados respectivos; para determinar la condición de servicio del canal de riego 2 de Marcará.

**El diseño y método de investigación, se realizara de la siguiente manera:**



**Donde:**

**M** = Muestra,      **O** = Observación,      **A** = Análisis,      **E** = Evaluación,  
**R** = Resultados

- **Muestra:** La muestra del objeto de estudio, corresponde las progresivas 0+000 km a 1+020 km, conforman 12 unidades muestrales de acuerdo al diagnóstico realizado según las áreas más afectadas por las patologías. Para la determinación de las muestras se tomara los paños o tramos del canal aleatoriamente, donde se identifican las patologías.

- **Observación:** La investigación será desarrollada, de forma visual y personalizada. El procesamiento de la información, se realiza de manera manual.
- **Análisis:** El análisis se realizara con la recopilación de datos en campo, haciendo uso de una ficha técnica de recolección para cada unidad muestral y luego se realiza el análisis con una ficha de evaluación.
- **Evaluación:** La evaluación se realizara en gabinete, procesamiento de datos mediante la recolección de datos en las fichas técnicas de evaluación, haciendo uso del Microsoft Word y Excel, sin la utilización de un software.
- **Resultados:** Los resultados estadístico y porcentual de la evaluación, nos ayudara a realizar el análisis, para poder determinar las conclusiones y recomendaciones necesarias para ver en qué estado se encuentra la condición de servicio del canal para su respectivo mantenimiento.

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1 POBLACION**

Para el presente proyecto de investigación, la población será toda la infraestructura del canal de riego 2, entre la progresiva 0+000 km hasta 3+000 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, con una longitud total de 3 km. aproximadamente.

#### **3.2.2 Muestra**

La muestra tomada en el proyecto, corresponde a las progresivas 0+000 km a 1+020 km del canal de riego2 del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash.

Las unidades muestrales fueron elegidas en estas progresivas 0+000 km a 1+020 km, debido a que se encontró mayor presencia de patologías de acuerdo al diagnóstico realizado.

**Muestreo:** El muestreo se llevará a cabo siguiendo el procedimiento detallado a continuación:

- Determinación del objeto de estudio.
- Visita al encargado del canal 2, Juntas de regantes Marcará, para solicitar el permiso y poder desarrollar el proyecto de investigación.
- Ubicación y reconocimiento del tramo del canal (1.20 km ) a ser estudiado y evaluado la cual se encuentra entre las progresivas 0+000 km a 1+020 km; del total de 3 km de canal, el cual está revestido de concreto simple en toda su longitud, siendo de sección rectangular, para la investigación se identificó áreas afectadas con mayor presencia de patologías.
- Identificar 12 unidades muestrales en las progresivas 0+000 km - 1+020 km del canal de riego 2, la unidad muestral está basado en el muro izquierdo, muro derecho, fondo del canal, por juntas de construcción que conforman las progresivas.
- Identificar las unidades de muestra individuales a ser inspeccionadas visualmente en toda la progresiva 0+000 km - 1+020 km del canal de riego 2, de tal manera que permita al tesista localizar fácilmente las patologías, la longitud determinada para cada unidad muestral es de 15 metros, con 5 tramos de paños del canal cada uno de 3 metros.

- Describimos y medimos el estado de las principales patologías: grietas, fisuras, rotura, vegetación, moho, sedimentación, erosión, sello de juntas existentes en el tramo del canal de riego; para la recolección de datos se hizo uso de las fichas técnica de inspección.
- Se realizó el registro fotográfico en cada tramo de estudio del canal de riego.
- Se realizó el vaciado de datos a las tablas correspondientes de cada patología encontradas en el tramo en estudio del canal, con sus respectivas descripciones, mediciones y fotografías; para poder realizar la evaluación y determinar la condición de servicio del canal.

### **3.3. Definición y operacionalización de variables**

**3.3.1. Variable:** Es una expresión simbólica representativa de un elemento no especificado comprendido en un conjunto. Este conjunto constituido por todos los elementos o variables, que pueden sustituirse unas a otras es el universo de variables. Se llaman así porque tienen variación y tal variación es observable y medible.

#### **a. Variables Independientes**

Son las Patologías de concreto, identificadas en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019.

#### **b. Variable Dependiente**

Se considera la condición de servicio de la estructura del canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019.

**3.3.2. Definición conceptual:** Se define así a la que se obtiene de los textos, obras o fuentes como diccionarios. Debe enunciar género con características. La diferenciación debe ser una característica o grupo de caracteres que estén presentes.

Los tipos de variables de investigación están constituidos por diferentes tipos de lesiones patológicas que están sujetas a la visualización en la muestra de estudio como se indica:

- **Lesiones físicas:** Son todas aquellas en que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, etc. Tenemos las siguientes: Humedad, Erosión y Vegetación.
- **Lesiones mecánicas:** Aunque las lesiones mecánicas se podrían englobar entre las lesiones físicas puesto que son consecuencia de acciones físicas. Definimos como lesión mecánica aquella en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos. Tenemos las siguientes: Grietas, fisuras, deformaciones y desprendimientos.
- **Lesiones biológicas:** Son lesiones que se producen desde la presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal en las paredes de las estructuras del canal de concreto, estas afectan la estética de las construcciones y el confort ambiental, pueden producir una gran variedad de daños y efectos de carácter físico, mecánico,

químico o biológico. Como tenemos los hongos y vegetación (mohos y musgos).

- **Lesiones químicas:** Son las lesiones que se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico, y aunque éste no tiene relación alguna con los restantes procesos patológicos y sus lesiones correspondientes. El origen de las lesiones químicas suele ser la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposición que afectan la integridad del material y reduce su durabilidad. Tenemos los siguientes: eflorescencias, oxidaciones y corrosiones.

**3.3.3. Dimensiones:** El concepto tiene diversos usos de acuerdo al contexto, puede tratarse de una circunstancia, una característica o una fase de un asunto.

**3.3.4. Definición operacional:** Es la que constituye o también se adapta de otras, a partir de características observables de los fenómenos; indicando los elementos concretos, empíricos o indicadores del hecho que se investigara.

**3.3.5. Indicadores:** Es la que indica o que se encarga de indicar. Este verbo por su parte refiere a mostrar o indicar algo con señales o indicios.

**3.3.6. Cuadro de operacionalización de las variables**

Cuadro 10. Cuadro de Operacionalización de variables.

VARIABLE	Patologías del concreto		
<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	Son daños, defectos, o Lesiones que pueden presentar las estructuras de concreto durante el tiempo de servicio o vida útil, es aquella parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras de concreto.		
<b>DIMENSIONES</b>	Tipos de lesiones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Lesiones físicas:</b> Erosión, descascaramiento, musgo.</li> <li>- <b>Lesiones mecánicas:</b> Fisuras, grietas.</li> <li>- <b>Lesiones biológicas:</b> Musgo, moho</li> <li>- <b>Lesiones químicas.</b> Eflorescencia, oxidaciones.</li> <li>- Otros daños.</li> </ul>		
	Áreas afectadas	Nivel de severidad	Condición de servicio
<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante técnicas de inspección visual y personalizada.</li> <li>- Mediante instrumentos de fichas técnicas de inspección y evaluación.</li> <li>- Mediante el cuadro de nivel de severidad se realizó la evaluación.</li> <li>- La condición de servicio se obtuvo en función del nivel de severidad, áreas afectadas y la eficiencia de conducción.</li> </ul>		
<b>INDICADORES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de patologías.</li> <li>- áreas afectadas</li> </ul>	<b>Grado de severidad:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leve.</li> <li>- Moderado.</li> <li>- Severo.</li> </ul>	<b>Condición de servicio:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bueno.</li> <li>- Regular.</li> <li>- Deficiente.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia; 2019.

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

Como **Técnica** de recolección de datos en la muestra es la observación directa o inspección Visual y como **Instrumento** de recolección de datos en la muestra son las fichas técnica de inspección, para determinar las patologías del concreto encontradas en el muestreo. La evaluación de la condición incluirá los siguientes aspectos:

#### 3.4.1. Materiales.

- Wincha de 3 m y de 50 m para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla de 50 cm.
- Una cinta métrica.
- Una escoba.
- Unidades de tizas.
- Flotadores (botella lastrada).
- Un corrector, lápices y lapiceros.
- Cuaderno de campo, para el registro de fallas, la cual es necesario para obtener un orden en el proceso de investigación y posterior evaluación.
- Fichas técnicas de recolección de datos y evaluación, elaborado por el alumno; con los correspondientes datos y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

#### **3.4.2. Equipo**

- Cámara fotográfica.
- GPS.
- Cronometro.
- Calculadora.
- Una laptop.

#### **3.5. Plan de análisis**

El plan de análisis adoptado, estará comprendido de los Trabajos en gabinete:

- a. Elaboración de hoja de cálculo en formato Excel, con la recolección de datos de las 12 unidades muestrales, la ficha de inspección es por cada unidad muestral con sus respectivas patologías y fotografías.

- b.** Transferir la información obtenida de la ficha de recolección a la ficha técnica de evaluación, para el proceso de la determinación de los resultados.
- c.** Se determinó las patologías identificadas de acuerdo a su tipo y por cada elemento del canal.
- d.** Se elaboró una representación gráfica de las patologías identificadas por cada elemento del canal y unidad muestral, con la ayuda del AutoCAD 2014.
- e.** Se introdujo las dimensiones de medida necesarias para el cálculo de las áreas afectadas y áreas no afectadas, con ayuda de la tabla de especificaciones para determinación de las áreas afectadas en %.
- f.** Se determinó el nivel de severidad de las patologías identificadas en cada unidad muestral evaluada, teniendo en cuenta la tabla de especificaciones de severidad en las patologías identificadas.
- g.** Se elaboró tablas, cuadros, gráficos del ámbito de la investigación a través del programa Microsoft Excel, por cada unidad muestral para la realización del análisis de resultados, para determinar el estado del canal de riego 2 del distrito de Marcará.
- h.** Elaboración de cuadros, gráficos con resultados finales para la realización del análisis de resultados generales.
- i.** Determinación de los caudales de entrada y salida en el canal 2 de Marcará.
- j.** Determinación de la eficiencia de conducción en cada tramo evaluado del canal 2 de Marcará.
- k.** Determinación de la condición de servicio en función del nivel de severidad, áreas afectadas y de la eficiencia de conducción del canal.

- l.** Elaboración de las conclusiones basadas en los resultados obtenidos al final del análisis.
- m.** Realización de recomendaciones para minimizar las patologías del concreto.
- n.** Elaboración del informe final.

### **3.6. Matriz de consistencia**

*Cuadro 11.* Matriz de consistencia.

**"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO 2, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 KM – 1+020 KM DEL DISTRITO DE MARCARA, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2019".**

<b>Caracterización del problema</b>	<b>Objetivos General</b>	<b>Marco Teórico y conceptual</b>	<b>Metodología</b>	<b>Bibliografía</b>
<p>El canal de riego 2 del distrito de Marcará, tiene una antigüedad promedio de 25 años aprox., como canal hecha de tierra y una antigüedad de canal de concreto de 6.5 años, fue ejecutada en octubre del 2012 por la Municipalidad Distrital de Marcará con modalidad de Contrata. La longitud aproximada es de 3 Km aproximadamente, que beneficia con riego a 4 sectores de Marcará como: Campo Santo, Tuyo, Huaricoto, Quinrecancha con un total de 110 usuarios y un área aproximadamente de 50 Has., cuyas dimensiones son: canal rectangular de 0.60 m de ancho x 0.50 m de alto. Al realizar la visita de estudio, se verifico que el canal 2 muestra ciertas patologías de concreto como: agrietamiento, fisuras, musgo, moho, descascamiento, impacto y erosión; estos deterioros se muestran respecto a su vida útil, debido a factores ambientales, físicas, químicas, proceso constructivo y falta de mantenimiento.</p> <p><b>Enunciado del Problema</b> ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019, nos permitirá obtener la condición de servicio?</p>	<p>Determinar y evaluar las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019, para obtener la condición de severidad.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará.</li> <li>- Evaluar el nivel de severidad y áreas afectadas por las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará.</li> <li>- Obtener la condición de servicio del canal de riego 2.</li> </ul>	<p><b>Antecedentes</b> Se consultó diferentes libros, tesis, y estudios específicos de manera internacional, nacional, local, todo referente a patologías de concreto en canales.</p> <p><b>Bases teóricas</b></p> <p><b>a) Canal de Concreto:</b> Los canales son todos aquellos conductos abiertos o cerrados, por los cuales se puede transportar o redireccionar el curso de una cierta cantidad de agua, que viene de otros espacios naturales (ríos, lagos, mares, etc.), hacia una determinada zona.</p> <p><b>b) Concreto:</b> Es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas.</p> <p><b>c) Patología:</b> Se define como procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que pueden sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Es del tipo descriptivo, enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo), no experimental y de corte transversal.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> El nivel es descriptivo.</p> <p><b>Diseño de la investigación</b> <b>M – O – A – E – R</b></p> <p><b>Universo y muestra.</b> <b>Universo:</b> Será toda la infraestructura del canal de riego 2 del Distrito de Marcará, con una longitud total de 3 km. aprox.</p> <p><b>Muestra:</b> Corresponde a las progresivas 0+000 km a 1+020 km del canal de riego2 del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash – 2019.</p> <p><b>Definición y operacionalización de las variables.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variable</li> <li>- Definición conceptual</li> <li>- Dimensiones</li> <li>- Definición operacional</li> <li>- Indicadores.</li> </ul> <p><b>Técnicas e instrumentos:</b> Como <b>Técnica</b> es observacional se hace una inspección Visual y como <b>Instrumento;</b> son las fichas técnica de inspección, para recolección de datos.</p>	<p>(1) Muñoz H. Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto [Seminario]. Bogotá: Instituto del Concreto Asocreto, Bogotá; 2001. Disponible en:</p> <p>(2) Fernández de castro E. Propuestas Metodologías para la Caracterización de testigos de Presas con problemas expansivos, intensificación: Patologías de estructuras [Tesis de Master]. Catalunya, España: Universitat Politecnica de Catalunya; 2012.</p>

### 3.7. Principios éticos

ULADECH <sup>(35)</sup>

Nosotros como Ingenieros Civiles, estaremos al servicio de la sociedad, teniendo como obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de cada tarea profesional que nos sean asignadas.

- Como Ingenieros Civiles, debemos promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de nuestra profesión, sirviendo con fidelidad a la sociedad en general, esforzándonos por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería, además de apoyar a las instituciones profesionales y académicas.

**Así pues como principios éticos, debemos comprometernos con:**

- **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 en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio. En el ámbito de la investigación es en las cuales se trabaja con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio no solamente implicará que las personas que son sujetos de investigación participen voluntariamente en la investigación y dispongan de información adecuada, sino también 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 del investigador 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 tomar las precauciones necesarias para asegurarse de que 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 acceder a sus 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 regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad del investigador resulta especialmente 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. Asimismo, deberá mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados.

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

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados

Se presenta los resultados de la presente investigación, a continuación se detalla la secuencia a seguir:

**a. Resumen de recolección de datos:** Es un resumen de toda la recopilación de datos como:

- Datos generales de lugar de estudio.
- Patologías identificadas en las unidades muestrales.
- Especificaciones de cada patología, con cada dato determinado en campo.
- Representación gráfica de la unidad muestral.
- Fotografía de patologías encontradas.

**b. Ficha técnica de evaluación:**

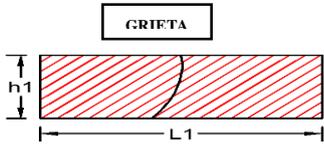
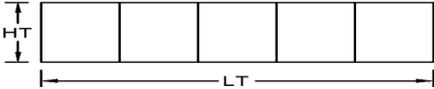
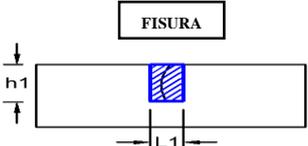
- Procesamiento de datos para el cálculo de área afectada, nivel de severidad de cada patología identificada de la unidad muestral.
- Procesamiento de datos para el cálculo de área afectada, en cada elemento del canal.
- Procesamiento de datos para el cálculo total de área afectada en cada patología.
- Procesamiento de datos para el cálculo general de área afectada y área no afectada, patología que incide más en la unidad muestral y nivel de severidad de la unidad muestral.
- Tabulación de los elementos encontrados en cada unidad muestral.

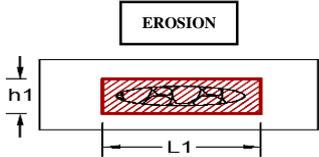
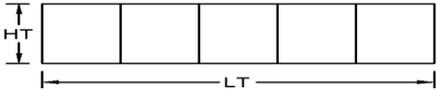
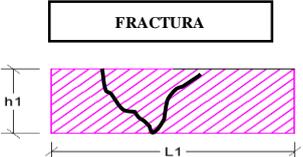
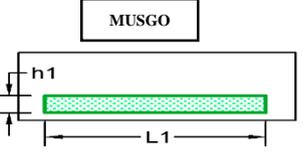
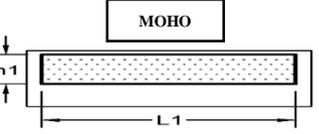
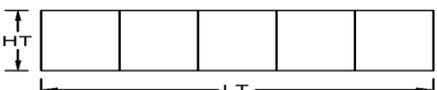
**c. Determinación de caudales de entrada y salida.**

- d. Determinación de la eficiencia de conducción.
- e. Resumen de evaluación general de las 12 unidades muestrales, con sus respectivos gráficos e interpretaciones.

Para las respectivas evaluaciones se tomaron los siguientes cuadros:

*Cuadro 12.* Especificaciones para determinar el % de áreas afectadas por las patologías.

PATOLOGIA	ELEMENTOS DE LA U.M (MD, MI, FC)	% AREA AFECTADA
<p><b>GRIETA</b></p>	<p>NOTA: Representación de un paño con area afectada.</p>  <p>NOTA: Representación de la unidad muestral.</p> 	$A.A. (%) = \frac{(h_1 \times L_1 + h_2 \times L_2 + \dots + h_n \times L_n)}{A_T} \times 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p>AA% = Porcentaje de area afectada por las grietas.  <math>A_T</math> = Area total de la unidad muestral (<math>H_T \times L_T</math>) de cada elemento del canal, m<sup>2</sup>.  <math>h_1</math> = Altura de la grieta, m.  <math>L_1</math> = Largo del paño afectado, m.  <math>H_T</math> = Alto total del canal, m.  <math>L_T</math> = Largo total de la unidad muestral, m.</p>
<p><b>FISURA</b></p>	<p>NOTA: Representación de un paño con area afectada.</p>  <p>NOTA: Representación de la unidad muestral.</p> 	$A.A. (%) = \frac{(h_1 \times L_1 + h_2 \times L_2 + \dots + h_n \times L_n)}{A_T} \times 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p>AA% = Porcentaje de area afectada por las fisuras.  <math>A_T</math> = Area total de la unidad muestral (<math>H_T \times L_T</math>) de cada elemento del canal, m<sup>2</sup>.  <math>h_1</math> = Altura de la fisura, m.  <math>L_1</math> = Largo del paño afectado, m.  <math>H_T</math> = Alto total del canal, m.  <math>L_T</math> = Largo total de la unidad muestral, m.</p>
<p><b>IMPACTO</b></p>	<p>NOTA: Representación de un paño con area afectada.</p>  <p>NOTA: Representación de la unidad muestral.</p> 	$A.A. (%) = \frac{(h_1 \times L_1 + h_2 \times L_2 + \dots + h_n \times L_n)}{A_T} \times 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p>AA% = Porcentaje de area afectada por el impacto.  <math>A_T</math> = Area total de la unidad muestral (<math>H_T \times L_T</math>) de cada elemento del canal, m<sup>2</sup>.  <math>h_1</math> = Altura del impacto, m.  <math>L_1</math> = Largo del paño afectado, m.  <math>H_T</math> = Alto total del canal, m.  <math>L_T</math> = Largo total de la unidad muestral, m.</p>

<p><b>EROSION</b></p>	<p>NOTA: Representacion de un paño con area afectada.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>NOTA: Representacion de la unidad muestral.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	$A.A. (\%) = \frac{(h_1 \times L_1 + h_2 \times L_2 + \dots + h_n \times L_n)}{A_T} \times 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p>AA% = Porcentaje de area afectada por la erosion.  A<sub>T</sub> = Area total de la unidad muestral (H<sub>T</sub> x L<sub>T</sub>) de cada elemento del canal, m<sup>2</sup>.  h<sub>1</sub> = Anchoo de la erosion, m.  L<sub>1</sub> = Largo del paño afectado, m.  H<sub>T</sub> = Alto total del canal, m.  L<sub>T</sub> = Largo total de la unidad muestral, m.</p>
<p><b>FRACTURA</b></p>	<p>NOTA: Representacion de un paño con area afectada.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>NOTA: Representacion de la unidad muestral.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	$A.A. (\%) = \frac{(h_1 \times L_1 + h_2 \times L_2 + \dots + h_n \times L_n)}{A_T} \times 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p>AA% = Porcentaje de area afectada por fracturas.  A<sub>T</sub> = Area total de la unidad muestral (H<sub>T</sub> x L<sub>T</sub>) de cada elemento del canal, m<sup>2</sup>.  h<sub>1</sub> = Altura de fracturamiento, m.  L<sub>1</sub> = Largo del paño afectado, m.  H<sub>T</sub> = Alto total del canal, m.  L<sub>T</sub> = Largo total de la unidad muestral, m.</p>
<p><b>MUSGO</b></p>	<p>NOTA: Representacion de un paño con area afectada.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>NOTA: Representacion de la unidad muestral.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	$A.A. (\%) = \frac{(h_1 \times L_1 + h_2 \times L_2 + \dots + h_n \times L_n)}{A_T} \times 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p>AA% = Porcentaje de area afectada por musgo.  A<sub>T</sub> = Area total de la unidad muestral (H<sub>T</sub> x L<sub>T</sub>) de cada elemento del canal, m<sup>2</sup>.  h<sub>1</sub> = Altura de musgo, m.  L<sub>1</sub> = Largo del paño afectado, m.  H<sub>T</sub> = Alto total del canal, m.  L<sub>T</sub> = Largo total de la unidad muestral, m.</p>
<p><b>MOHO</b></p>	<p>NOTA: Representacion de un paño con area afectada.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>NOTA: Representacion de la unidad muestral.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	$A.A. (\%) = \frac{(h_1 \times L_1 + h_2 \times L_2 + \dots + h_n \times L_n)}{A_T} \times 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p>AA% = Porcentaje de area afectada por moho.  A<sub>T</sub> = Area total de la unidad muestral (H<sub>T</sub> x L<sub>T</sub>) de cada elemento del canal, m<sup>2</sup>.  h<sub>1</sub> = Altura de moho, m.  L<sub>1</sub> = Largo del paño afectado, m.  H<sub>T</sub> = Alto total del canal, m.  L<sub>T</sub> = Largo total de la unidad muestral, m.</p>

Fuente: Elaboración propia; 2019.

Cuadro 13. Calificación de condición de servicio del canal de riego.

Calificación	Descripción	Parámetros de eficiencia de Conducción
<b>BUENO</b>	El canal presenta un servicio óptimo con mínimas cantidades de pérdidas por infiltración, a través de los muros laterales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de severidad LEVE.</li> <li>- Área afectada hasta 8%.</li> <li>- Presenta danos superficiales.</li> <li>- Eficiencia de conducción: próximas al 95%.</li> </ul>
<b>REGULAR</b>	El canal presenta un servicio con dificultades de conducción, porque presenta pérdidas pero aceptables por infiltración que se evidencia, a través de muros dañados por las patologías, muros laterales y fondo del canal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de severidad MODERADO O SEVERO.</li> <li>- Área afectada mayor al 8% hasta 35%.</li> <li>- Presenta daños superficiales.</li> <li>- Presenta daños estructurales en partes de los elementos del canal.</li> <li>- Eficiencia de conducción: menores a 95% hasta 60%.</li> </ul>
<b>DEFICIENTE</b>	El canal presenta un servicio en malas condiciones, debido a daños estructurales de todo los elementos del canal, existe máximas perdidas por infiltración, evidenciadas a través de los muros laterales y fondo del canal..	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de severidad SEVERO.</li> <li>- Área afectada mayor al 35%.</li> <li>- Daño superficial.</li> <li>- Presenta daños estructurales en todos los elementos del canal.</li> <li>- Eficiencia de conducción: menores al 60%.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia; 2019.

# RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LAS UNIDADES MUESTRALES

## Objeto de estudio:

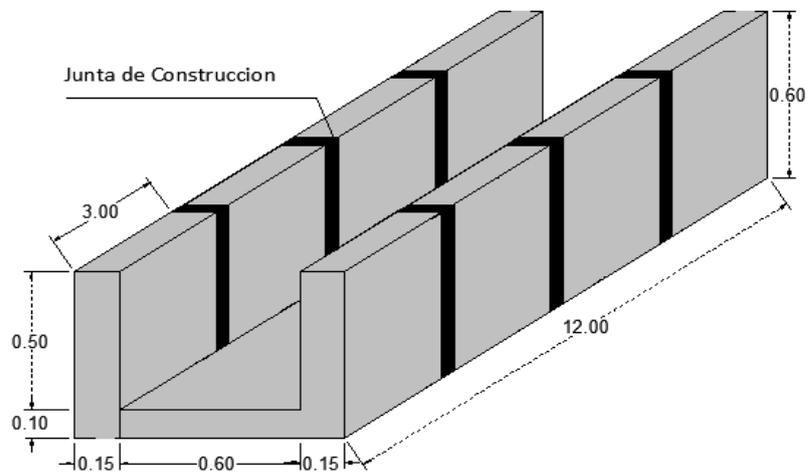
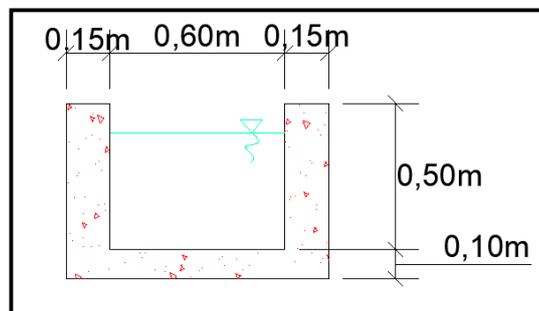
CANAL DE RIEGO 2, ENTRES LAS PROGRESIVAS 0+000 KM – 1+020 KM  
DEL DISTRITO DE MARCARA, PROVINCIA DE CARHUAZ,  
DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2019

## TRAMO:

Progresiva: 0+000 km al 1+020 km

## N° de unidades muestrales:

12 Unidades muestrales



# **UNIDAD MUESTRAL 01**

Progresiva 0 + 015 km a 0 + 027 km.

Tabla 1. Resumen de la recolección de datos de la unidad muestral 01.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS											
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019										<b>UM - 01</b>	
DATOS GENERALES				PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL	
EVALUADORA:	JANEIH MANESA ALVA RAMIREZ			Grietas	= g		Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m <sup>2</sup>	
ASESOR:	Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO			Fisuras	= f		Base del canal (b) = 0.60 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m <sup>2</sup>	
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH			Impacto	= i		Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 7.20 m <sup>2</sup>	
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS			Erosion	= e		Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 19.20 m <sup>2</sup>	
USO:	CANAL DE REGADIO			Fractura	= t		Longitud de la U.M = 12 m			<b>DATOS</b> Paño 1 = P1      Paño 3 = P3 Paño 2 = P2      Paño 4 = P4	
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 015		Al Km: 0 + 027	Musgo	= m		Inclinacion de talud (Z) = 0.00				
FECHA:	11 de Junio del 2019			Moho	= h		N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS				
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESRAL					REPRESENTACION GRAFICA						
<b>NOTA:</b> "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erocionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.											
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA
		L (m)	h (m)								
MURO DERECHO	Grieta.D	3.00	0.50	4.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Fisura.D	0.025	0.20	.....	0.5	.....	.....	.....	.....	.....	
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.15	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
MURO IZQUIERDO	Grieta.I	3.00	0.50	3.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Fisura. I1	0.025	0.32	.....	1.0	.....	.....	.....	.....	.....	
	Fisura.I2	0.025	0.50	.....	0.5	.....	.....	.....	.....	.....	
	Moho.I1,2,3,4	12.00	0.17	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
FONDO DEL CANAL	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	

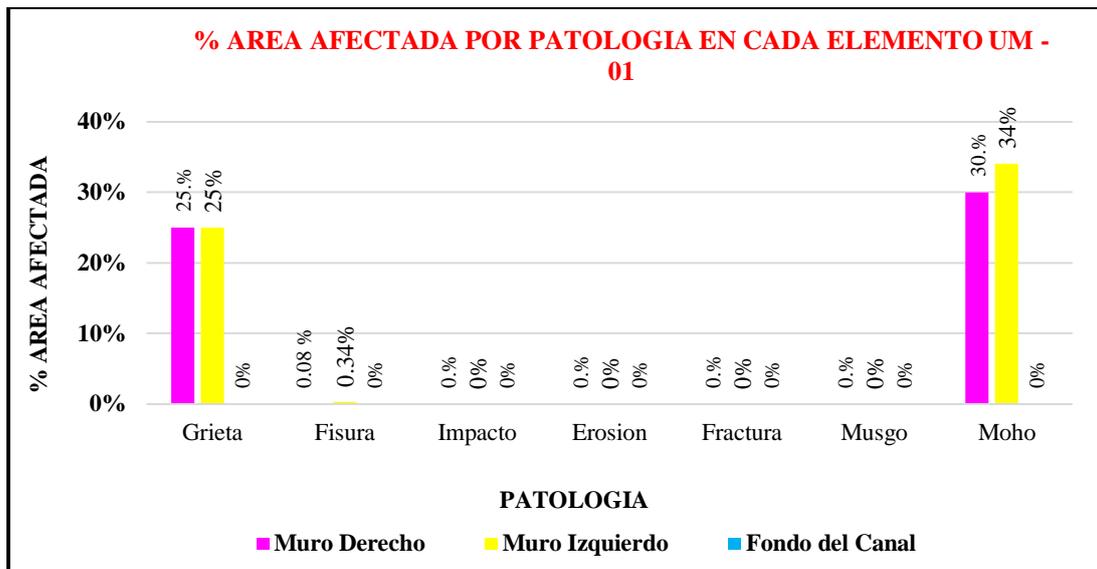
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 2. Evaluación de la unidad muestral 01.

	FICHA TECNICA DE EVALUACION										UM - 01							
	Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019																	
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ					Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO													
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 015			Al Km: 0 + 027			AREA TOTAL: 248.40 m2				FECHA: JUNIO 2019								
Elemento	Area (m2)	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m2)	% Area Afectada	Nivel de Severidad					
			L (m)	h (m)														
MURO DERECHO	6.00	Grieta.D	3.00	0.50	4.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Moderado					
		Fisura.D	0.025	0.20	0.5	.....	.....	.....	.....	.....	0.01	0.08%	Severo					
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.15	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	1.80	30.00%	Leve					
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.I	3.00	0.50	3.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Moderado					
		Fisura. I1	0.025	0.32	1.0	.....	.....	.....	.....	.....	0.01	0.34%	Severo					
		Fisura.I2	0.025	0.50	0.5	.....	.....	.....	.....	.....	0.01	0.34%	Severo					
FONDO DE CANAL	7.20	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....					
		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....					
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																		
Elemento	Area (m2)	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m2)	Total (%)		
			m2	%	m2	%			m2	%	m2	%	m2	%				
MURO DERECHO	6.00	Grieta = 25%	2.85	47.50	3.15	52.50	M	Grieta	1.50	25.0	1.50	25.0	0.00	0.00	3.00	15.63		
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 25%	3.05	50.77	2.95	49.23	M	Fisura	0.01	0.08	0.02	0.34	0.00	0.00	0.03	0.13		
FONDO DE CANAL	7.20	.....	0.00	0.00	7.20	100.00	Ninguna	Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
U.M TOTAL	19.20	Grieta	5.90	30.71	13.30	69.29	M	Fractura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
								Musgo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Moho	1.80	30.0	2.04	34.0	0.00	0.00	3.84	20.00		
RESUMEN DE EVALUACION																		
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO		14.84%		16.41%		Nivel Severidad	Area Afectada		Patologia		Ubicación						
	MURO IZQUIERDO		15.87%		15.38%		MODERADO	15.63%		GRIETA		MURO IZQUIERDO Y DERECHO						
	FONDO DE CANAL		0.00%		37.50%													

Fuente: Elaboración propia; 2019.

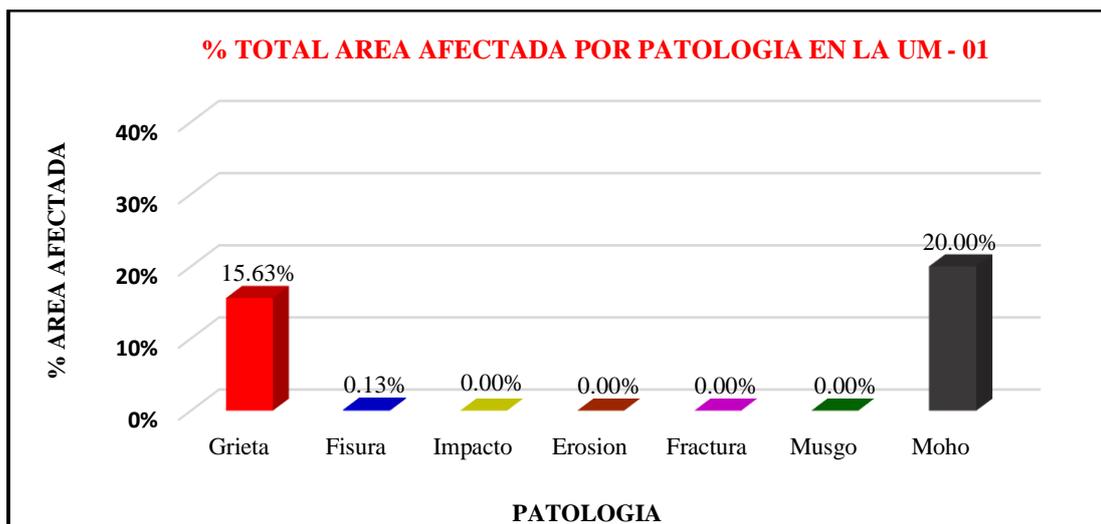
Grafica 1. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 01



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 30%, seguido de grieta con 25%, fisura con 0.08% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 34%, seguido de grieta con 25%, fisura con 0.34% y el resto con 0%; **fondo del canal** no hay patologías que afectan, toda la patología es 0%.

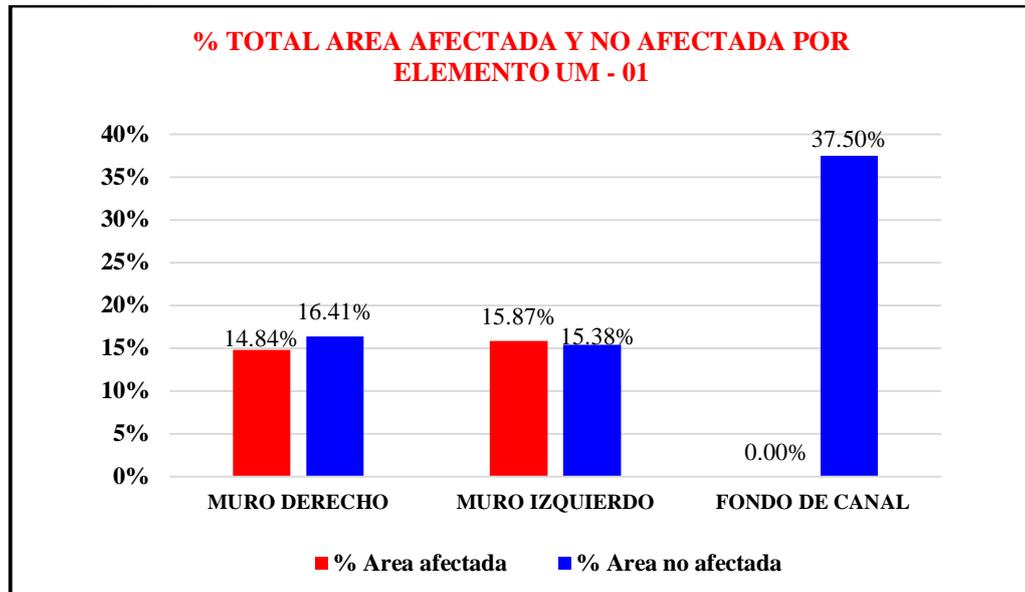
Grafica 2. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 01.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 20.00%, grieta con 15.63%, fisura con 0.13% y el resto con 0%.

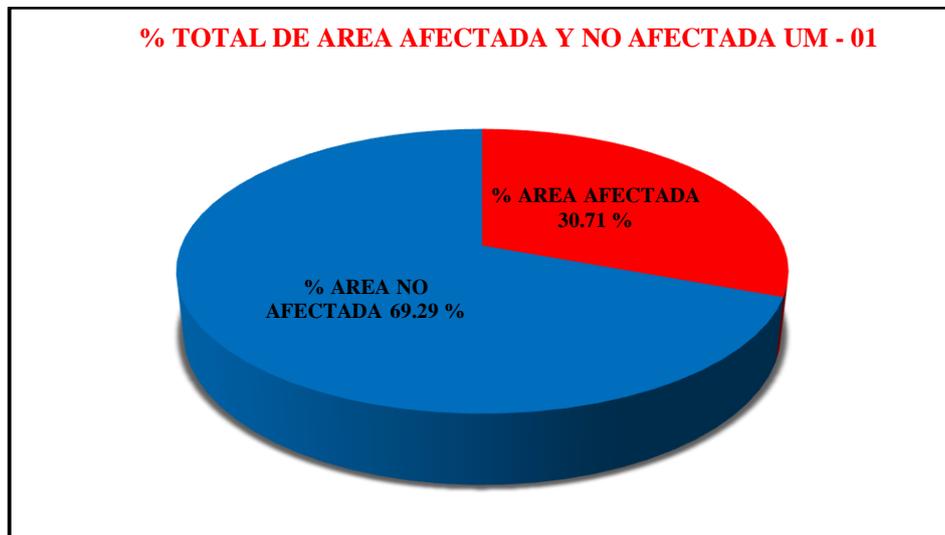
Grafica 3. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 01.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 14.84% de área afectada por patologías y 16.41% de área no afectada, **muro izquierdo** el 15.87% de área afectada y 15.38% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 0% de área afectada y 37.50% de área no afectada; quiere decir que no se encontró patologías en el elemento.

Grafica 4. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 01.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 19.20 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 30.71%, con un área total equivalente a 5.90 m<sup>2</sup>; mientras que el 69.29% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 13.30 m<sup>2</sup>.

# **UNIDAD MUESTRAL 02**

Progresiva 0 + 043 km a 0 + 055 km.

Tabla 3. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 02.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS											
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019										UM - 02	
DATOS GENERALES				PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL	
EVALUADORA:	JANEIH MANESA ALVA RAMIREZ			Grietas	= g		Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m <sup>2</sup>	
ASESOR:	Mgr. VICTOR HUGO CANTU PRADO			Fisuras	= f		Base del canal (b) = 0.60 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m <sup>2</sup>	
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH			Impacto	= i		Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 7.20 m <sup>2</sup>	
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS			Erosion	= e		Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 19.20 m <sup>2</sup>	
USO:	CANAL DE REGADIO			Fractura	= t		Longitud de la U.M = 12 m			DATOS	
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 043		Al Km: 0 + 055	Musgo	= m		Inclinación de talud (Z) = 0.00			Paño 1 = P1	Paño 3 = P3
FECHA:	11 de Junio del 2019			Moho	= h		N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS			Paño2 = P2	Paño 4 = P4
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL				REPRESENTACION GRAFICA							
<b>NOTA:</b> "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erosionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.											
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA
		L (m)	h (m)								
MURO DERECHO	Grieta.D	3.00	0.50	4.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Fisura.D	0.025	0.30	.....	0.5	.....	.....	.....	.....	.....	
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.40	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
MURO IZQUIERDO	Grieta.I	3.00	0.50	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Moho.I1,2,3,4	12.00	0.40	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
FONDO DEL CANAL	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	

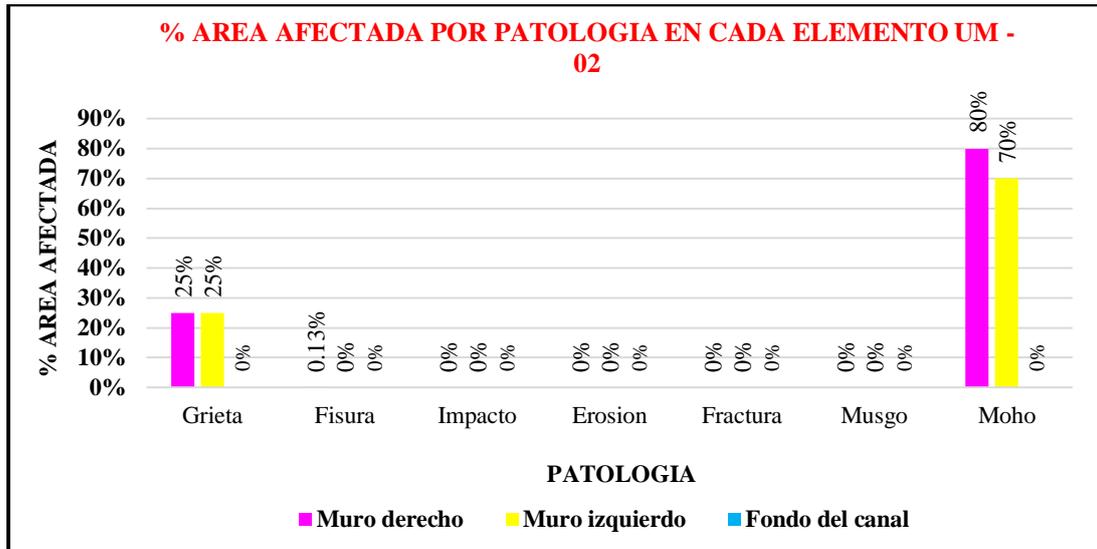
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 4. Evaluación de la unidad muestral 02.

	FICHA TECNICA DE EVALUACION											UM - 02				
	Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019															
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ						Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO										
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 043		Al Km: 0 + 055				AREA TOTAL: 248.40 m2				FECHA: JUNIO 2019						
Elemento	Area (m2)	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m2)	% Area Afectada	Nivel de Severidad			
			L (m)	h (m)												
MURO DERECHO	6.00	Grieta.D	3.00	0.50	4.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Moderado			
		Fisura.D	0.025	0.30	0.5	.....	.....	.....	.....	.....	0.01	0.13%	Severo			
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.40	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	4.80	80.00%	Leve			
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.I	3.00	0.50	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Moderado			
		Moho.I1,2,3,4	12.00	0.35	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	4.20	70.00%	Leve			
FONDO DE CANAL	7.20	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....			
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																
Elemento	Area (m2)	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m2)	Total (%)
			m2	%	m2	%			m2	%	m2	%	m2	%		
MURO DERECHO	6.00	Grieta = 25%	5.11	85.13	0.89	14.88	M	Grieta	1.50	25.0	1.50	25.0	0.00	0.00	3.00	15.63
								Fisura	0.01	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 25%	4.65	77.50	1.35	22.50	M	Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Erosion	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FONDO DE CANAL	7.20	.....	0.00	0.00	7.20	100.00	Ninguna	Fractura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Musgo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U.M TOTAL	19.20	Grieta	9.76	50.82	9.44	49.18	M	Moho	4.80	80.0	4.20	70.0	0.00	0.00	9.00	46.88
RESUMEN DE EVALUACION																
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO	26.60%	4.65%	Nivel Severidad	Area Afectada	Patologia	Ubicación									
	MURO IZQUIERDO	24.22%	7.03%	MODERADO	15.63%	GRIETA	MURO IZQUIERDO Y DERECHO									
	FONDO DE CANAL	0.00%	37.50%													

Fuente: Elaboración propia; 2019.

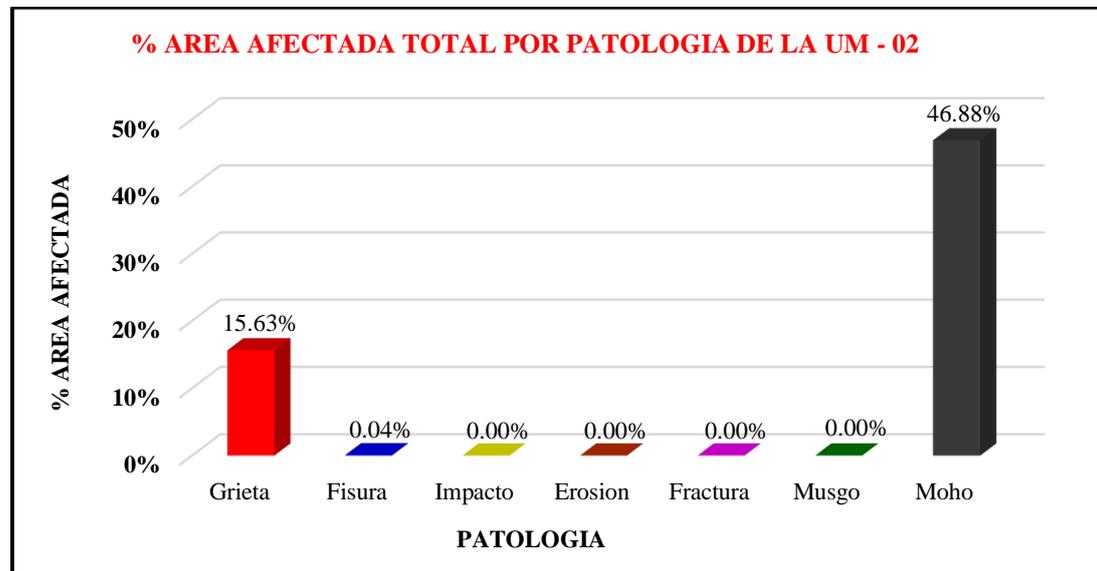
Grafica 5. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 02



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 80%, seguido de grieta con 25%, fisura con 0.13% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 70%, seguido de grieta con 25% y el resto con 0%; **fondo del canal** no hay patologías que afectan, toda la patología es 0%.

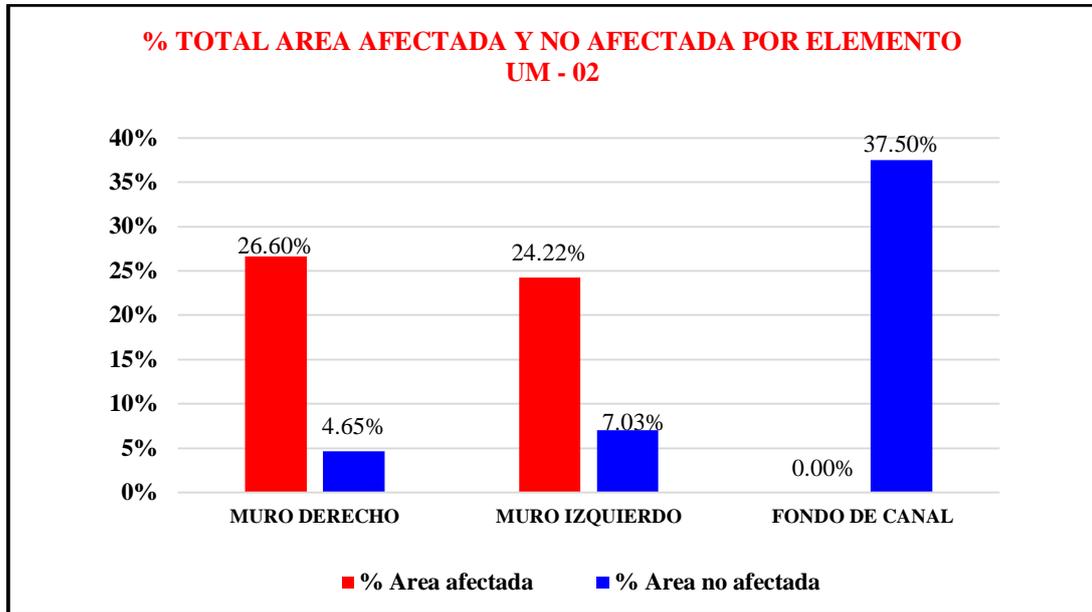
Grafica 6. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 02.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 46.88%, grieta con 15.63%, fisura con 0.04% y el resto con 0%.

Grafica 7. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 02.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 26.60% de área afectada por patologías y 4.65% de área no afectada, **muro izquierdo** el 24.22% de área afectada y 7.03% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 0% de área afectada y 37.50% de área no afectada; quiere decir que no se encontró patologías en el elemento.

Grafica 8. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 02



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 19.20 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 50.82%, con un área total equivalente a 9.76 m<sup>2</sup>; mientras que el 49.18% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 9.44 m<sup>2</sup>.

# **UNIDAD MUESTRAL 03**

Progresiva 0 + 100 km a 0 + 112 km.

Tabla 5. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 03.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS																
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019										UM - 03						
DATOS GENERALES			PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL							
EVALUADORA:	JANEIH MANESA ALVA RAMIREZ		Grietas	= g		Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m2							
ASESOR:	Mgr. VICTOR HUGO CANTU PRADO		Fisuras	= f		Base del canal (b) = 0.60 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m2							
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH		Impacto	= i		Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 7.20 m2							
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS		Erosion	= e		Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 19.20 m2							
USO:	CANAL DE REGADIO		Fractura	= t		Longitud de la U.M = 12 m			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Paño 1 = P1</td> <td>Paño 3 = P3</td> </tr> <tr> <td>Paño2 = P2</td> <td>Paño 4 = P4</td> </tr> </tbody> </table>		DATOS		Paño 1 = P1	Paño 3 = P3	Paño2 = P2	Paño 4 = P4
DATOS																
Paño 1 = P1	Paño 3 = P3															
Paño2 = P2	Paño 4 = P4															
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 100	Al Km: 0 + 112	Musgo	= m		Inclinacion de talud (Z) = 0.00										
FECHA:	11 de Junio del 2019		Moho	= h		N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS										
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL					REPRESENTACION GRAFICA											
NOTA: "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erocionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.																
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA					
		L (m)	h (m)													
MURO DERECHO	Impacto.D1	0.20	0.14	.....	.....	7.0	.....	.....	.....	.....						
	Impacto.D2	0.17	0.11	.....	.....	3.0	.....	.....	.....	.....						
	Musgo.D	12.00	0.20	.....	.....	.....	.....	.....	10.0	.....						
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro						
MURO IZQUIERDO	Grieta.I	3.00	0.50	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....						
	Impacto. I1	0.18	0.12	.....	.....	6.0	.....	.....	.....	.....						
	Impacto.I2	0.10	0.07	.....	.....	6.0	.....	.....	.....	.....						
	Impacto.I3	0.20	0.10	.....	.....	5.0	.....	.....	.....	.....						
	Moho.I1,2,3,4	12.00	0.45	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro						
FONDO DEL CANAL	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....					

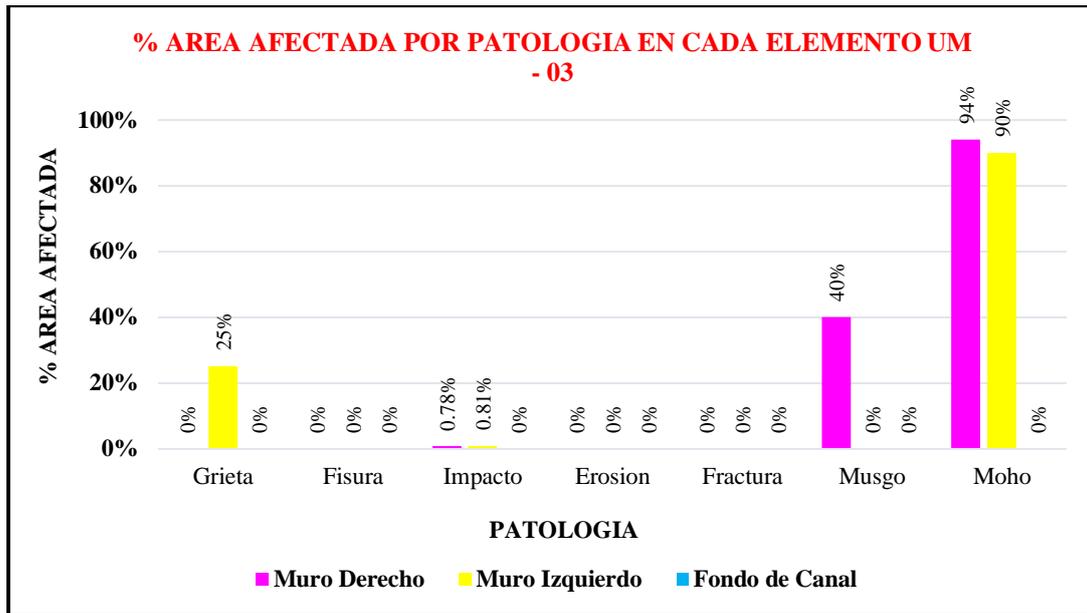
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 6. Evaluación de la unidad muestral 03.

	FICHA TECNICA DE EVALUACION										UM - 03					
	Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019															
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ					Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO											
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 100			Al Km: 0 + 112			AREA TOTAL: 248.40 m2				FECHA: JUNIO 2019						
Elemento	Area (m2)	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m2)	% Area Afectada	Nivel de Severidad			
			L (m)	h (m)												
MURO DERECHO	6.00	Impacto.D1	0.20	0.14	.....	46.7%	.....	.....	.....	.....	0.03	0.78%	Severo			
		Impacto.D2	0.17	0.11	.....	20.0%	.....	.....	.....	.....	0.02		Moderado			
		Musgo.D	12.00	0.20	.....	.....	.....	.....	10.0	.....	.....	2.40	40.00%	Leve		
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	5.64	94.00%	Leve		
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.I	3.00	0.50	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Moderado			
		Impacto. I1	0.18	0.12	.....	40.0%	.....	.....	.....	.....	0.02	0.81%	Severo			
		Impacto.I2	0.10	0.07	.....	40.0%	.....	.....	.....	.....	0.01					
		Impacto.I3	0.20	0.10	.....	33.3%	.....	.....	.....	.....	0.02					
		Moho.I1,2,3,4	12.00	0.45	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	5.40	90.00%	Leve		
FONDO DE CANAL	7.20	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....			
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....			
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																
Elemento	Area (m2)	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m2)	Total (%)
			m2	%	m2	%			m2	%	m2	%	m2	%		
MURO DERECHO	6.00	Impacto = 0.78%	5.65	94.19	0.35	5.82	S	Grieta	0.00	0.0	1.50	25.0	0.00	0.00	1.50	7.81
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 25%	5.57	92.90	0.43	7.10	M	Fisura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FONDO DE CANAL	7.20	.....	0.00	0.00	7.20	100.00	Ninguna	Impacto	0.05	0.78	0.05	0.81	0.00	0.00	0.10	0.50
								Erosion	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Fractura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Musgo	2.40	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	12.50
								Moho	5.64	94.0	5.40	90.0	0.00	0.00	11.04	57.50
RESUMEN DE EVALUACION																
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO	29.43%	1.82%	Nivel Severidad	Area Afectada	Patologia	Ubicación									
	MURO IZQUIERDO	29.03%	2.22%	MODERADO	7.81%	GRIETA	MURO IZQUIERDO									
	FONDO DE CANAL	0.00%	37.50%													

Fuente: Elaboración propia; 2019.

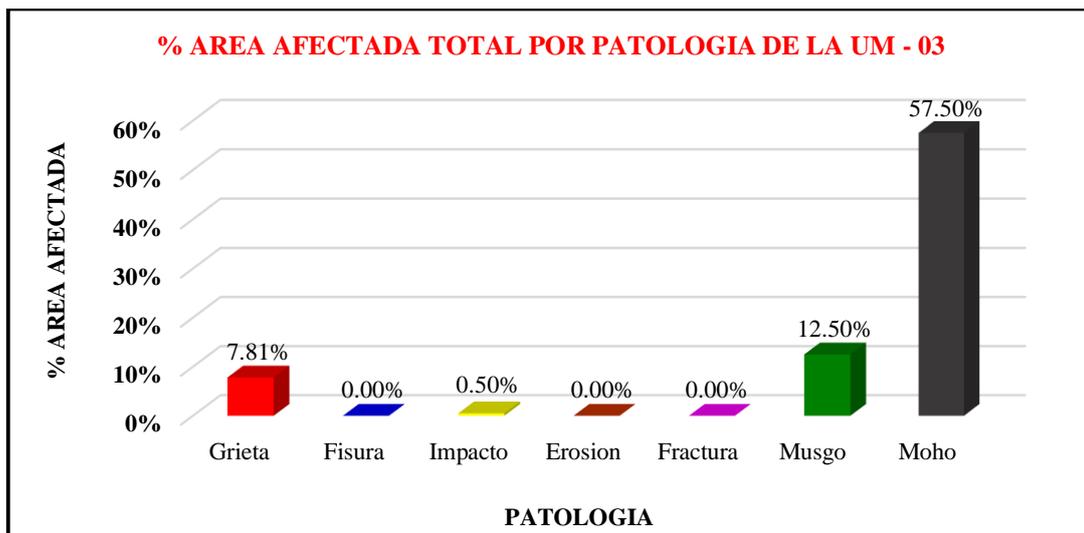
Grafica 9. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 03.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 94%, seguido de musgo con 40%, impacto con 0.78% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 90%, seguido de grieta con 25%, impacto 0.81% y el resto con 0%; **fondo del canal** no hay patologías que afectan, toda la patología es 0%.

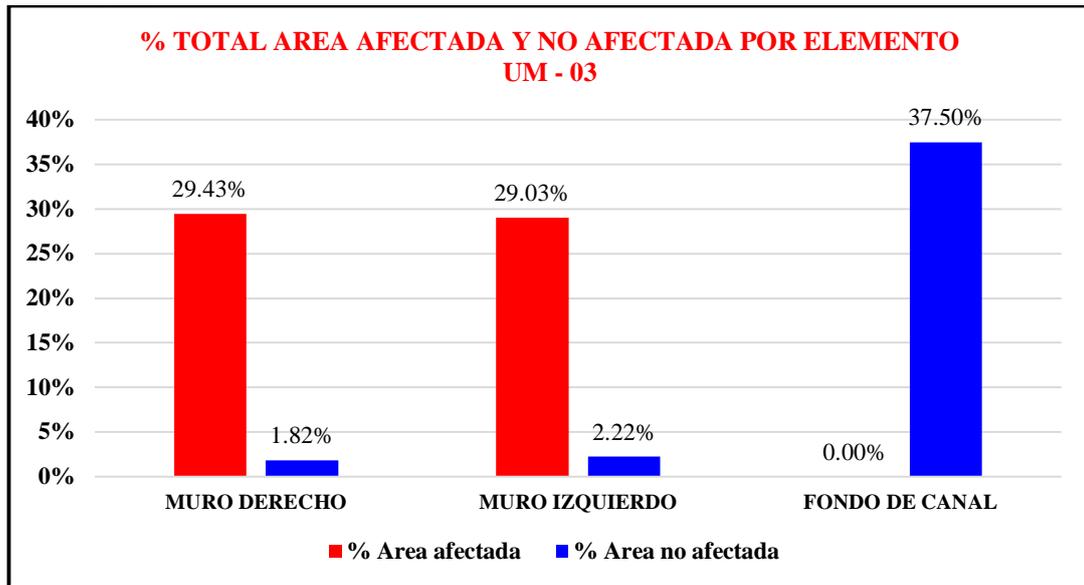
Grafica 10. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 03



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 57.50%, musgo con 12.50%, grieta con 7.81%, impacto con 0.50% y el resto con 0 %.

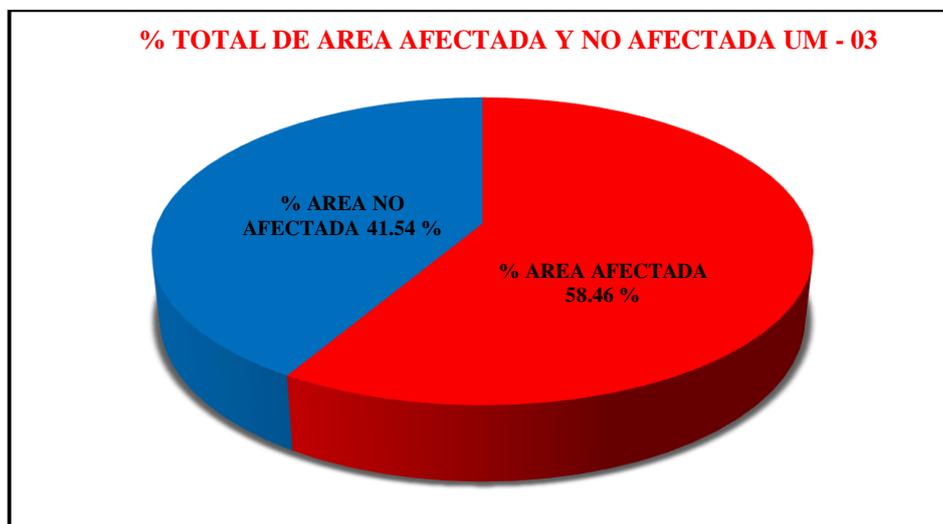
Grafica 11. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 03.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 29.43% de área afectada por patologías y 1.82% de área no afectada, **muro izquierdo** el 29.03% de área afectada y 2.22% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 0% de área afectada y 37.50% de área no afectada; quiere decir que no se encontró patologías en el elemento.

Grafica 12. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 03.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 19.20 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 58.46%, con un área total equivalente a 11.23 m<sup>2</sup>; mientras que el 41.54% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 7.97 m<sup>2</sup>

# **UNIDAD MUESTRAL 04**

Progresiva 0 + 169 km a 0 + 181 km

Tabla 7. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 04.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS												
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019										UM - 04		
DATOS GENERALES			PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL			
EVALUADORA:	JANEIH MANESA ALVA RAMIREZ		Grietas	= g	[Color Rojo]	Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m <sup>2</sup>			
ASESOR:	Mgr. VICTOR HUGO CANTU PRADO		Fisuras	= f	[Color Azul]	Base del canal (b) = 0.60 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m <sup>2</sup>			
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH		Impacto	= i	[Color Amarillo]	Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 7.20 m <sup>2</sup>			
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS		Erosion	= e	[Color Verde]	Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 19.20 m <sup>2</sup>			
USO:	CANAL DE REGADIO		Fractura	= t	[Color Magenta]	Longitud de la U.M = 12 m			DATOS			
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 169	Al Km: 0 + 181	Musgo	= m	[Color Verde]	Inclinacion de talud (Z) = 0.00			Paño 1 = P1	Paño 3 = P3		
FECHA:	11 de Junio del 2019		Moho	= h	[Color Verde]	N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS			Paño2 = P2	Paño 4 = P4		
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL				REPRESENTACION GRAFICA								
NOTA: "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erosionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.												
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA	
		L (m)	h (m)								[Imágenes de patologías]	
MURO DERECHO	Grieta.D	3.00	0.50	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	[Fotografía de patologías en el muro derecho]	
	Fisura.D	0.025	0.50	.....	1.0	.....	.....	.....	.....	.....		
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro		
MURO IZQUIERDO	Grieta.I	3.00	0.50	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	[Fotografía de patologías en el muro izquierdo]	
	Fisura. I	0.025	0.50	.....	0.5	.....	.....	.....	.....	.....		
	Musgo.I	3.10	0.10	.....	.....	.....	.....	.....	12.0	.....		
	Moho.I1,2,3,4	12.00	0.30	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro		
FONDO DEL CANAL	Grieta.FC	3.00	0.60	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	[Fotografía de patologías en el fondo del canal]	
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		

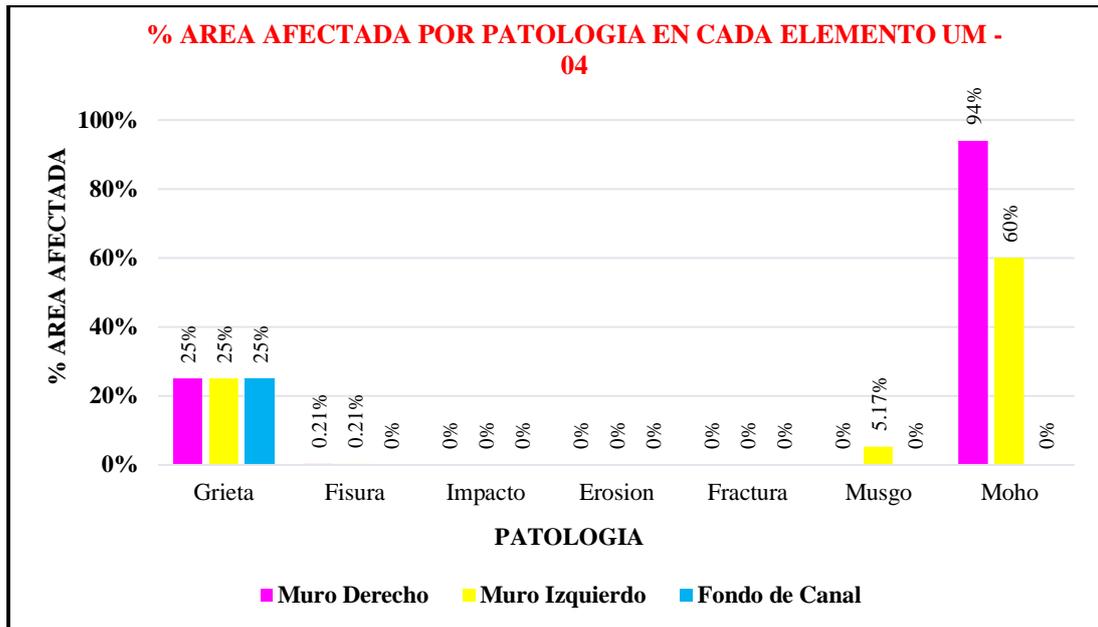
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 8. Evaluación de la unidad muestral 04.

	FICHA TECNICA DE EVALUACION										UM - 04					
	Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019															
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ					Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO											
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 169			Al Km: 0 + 181			AREA TOTAL: 248.40 m <sup>2</sup>			FECHA: JUNIO 2019							
Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m <sup>2</sup> )	% Area Afectada	Nivel de Severidad			
			L (m)	h (m)												
MURO DERECHO	6.00	Grieta.D	3.00	0.50	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Moderado			
		Fisura.D	0.025	0.50	1.0	.....	.....	.....	.....	.....	0.01	0.21%	Severo			
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.47	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	5.64	94.00%	Leve			
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.I	3.00	0.50	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Severo			
		Fisura. I	0.025	0.50	0.5	.....	.....	.....	.....	.....	0.01	0.21%	Severo			
		Musgo.I	3.10	0.10	.....	.....	.....	.....	12.0	.....	0.31	5.17%	Moderado			
		Moho.I1,2,3,4	12.00	0.30	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	3.60	60.00%	Leve			
FONDO DE CANAL	7.20	Grieta.FC	3.00	0.60	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	1.80	25.00%	Moderado			
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....			
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																
Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m <sup>2</sup> )	Total (%)
			m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%			m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%		
MURO DERECHO	6.00	Grieta = 25%	5.73	95.50	0.27	4.50	M	Grieta	1.50	25.0	1.50	25.0	1.80	25.0	4.80	25.00
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 25%	4.21	70.08	1.80	29.92	S	Fisura	0.013	0.21	0.013	0.21	0.00	0.00	0.03	0.13
FONDO DE CANAL	7.20	Grieta = 25%	1.80	25.00	5.40	75.00	M	Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U.M TOTAL	19.20	Grieta	11.74	61.12	7.47	38.88	S	Fractura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Musgo	0.00	0.00	0.31	5.17	0.00	0.00	0.31	1.61
								Moho	5.64	94.0	3.60	60.0	0.00	0.00	9.24	48.13
RESUMEN DE EVALUACION																
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO		29.84%		1.41%		Nivel Severidad	Area Afectada	Patologia	Ubicación						
	MURO IZQUIERDO		21.90%		9.35%		SEVERO									
	FONDO DE CANAL		9.38%		28.13%						25.00%	GRIETA	MURO IZQUIERDO, DERECHO Y FONDO DE CANAL			

Fuente: Elaboración propia; 2019.

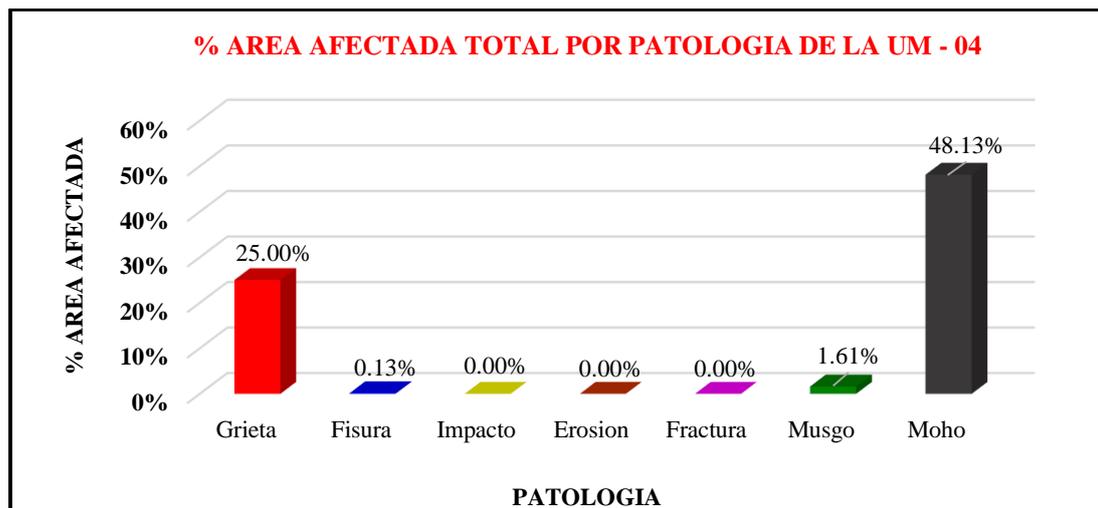
Grafica 13. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 04.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 94%, seguido de grieta con 25%, musgo con 5.17%, fisura con 0.21% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 60%, seguido de grieta con 25%, fisura con 0.21% y el resto con 0%; **fondo del canal** la patología con mayor incidencia de área afectada es grieta con 25% y el resto con 0%.

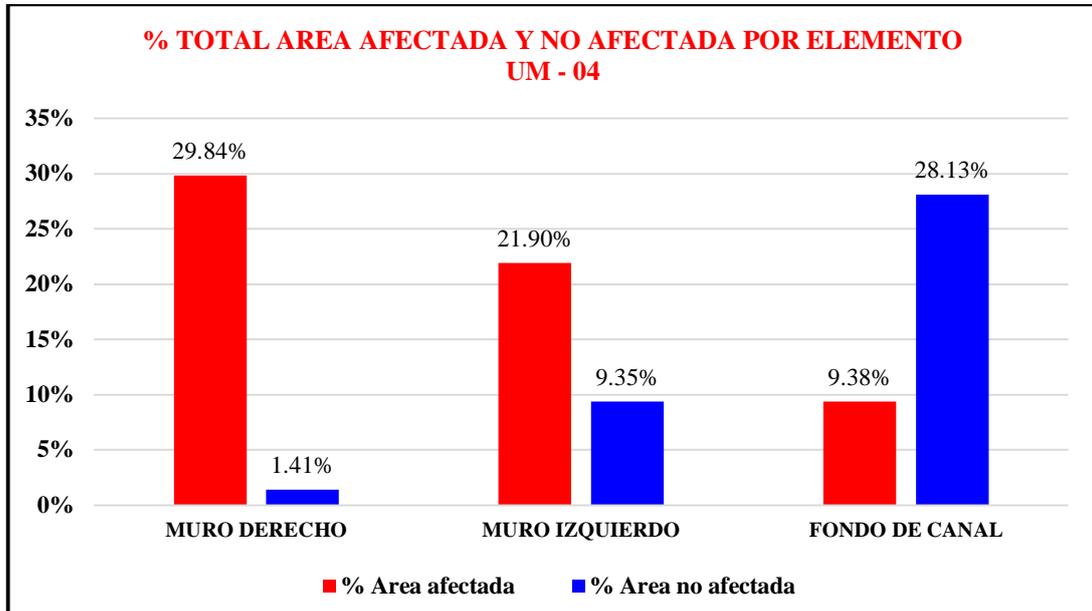
Grafica 14. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 04.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 48.13%, grieta con 25%, musgo con 1.61%, fisura con 0.13% y el resto con 0 %.

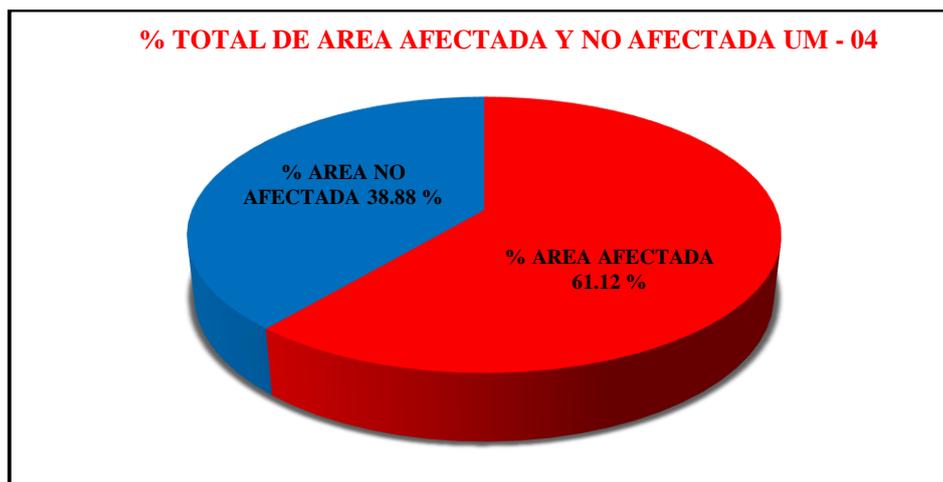
Grafica 15. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 04.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 29.84% de área afectada por patologías y 1.41% de área no afectada, **muro izquierdo** el 21.90% de área afectada y 9.35% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 9.38% de área afectada y 28.13% de área no afectada.

Grafica 16. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 04.



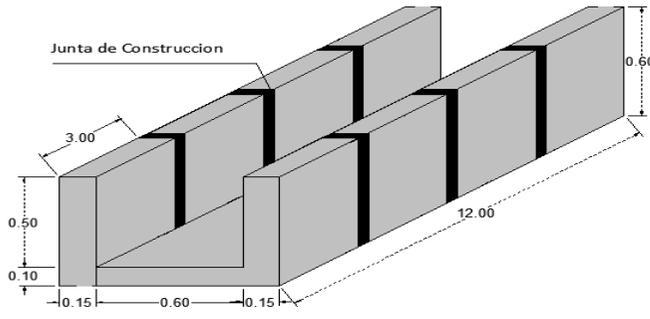
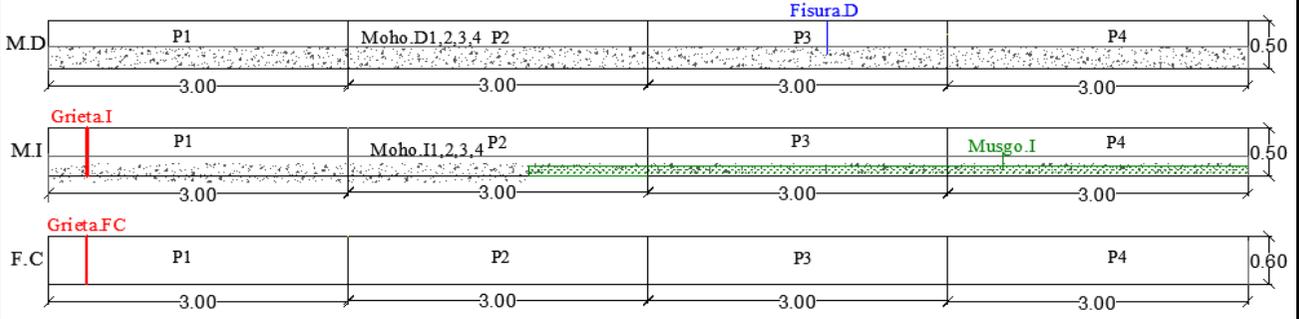
Fuente: *Elaboración propia*; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 19.20 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 61.12%, con un área total equivalente a 11.74 m<sup>2</sup>; mientras que el 38.88% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 7.47 m<sup>2</sup>.

# **UNIDAD MUESTRAL 05**

Progresiva 0 + 193 km a 0 + 205 km

Tabla 9. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 05.

 <b>FICHA DE RECOLECCION DE DATOS</b>												<b>UM - 05</b>
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019												
DATOS GENERALES				PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL		
EVALUADORA:	JANEIH MANESA ALVA RAMIREZ			Grietas	= g		Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m <sup>2</sup>		
ASESOR:	Mgr. VICTOR HUGO CANTU PRADO			Fisuras	= f		Base del canal (b) = 0.60 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m <sup>2</sup>		
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH			Impacto	= i		Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 7.20 m <sup>2</sup>		
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS			Erosion	= e		Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 19.20 m <sup>2</sup>		
USO:	CANAL DE REGADIO			Fractura	= t		Longitud de la U.M = 12 m			DATOS		
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 193		Al Km: 0 + 205	Musgo	= m		Inclinacion de talud (Z) = 0.00			Paño 1 = P1		Paño 3 = P3
FECHA:	11 de Junio del 2019			Moho	= h		N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS			Paño2 = P2		Paño 4 = P4
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL						REPRESENTACION GRAFICA						
												
NOTA: "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erocionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.												
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA	
		L (m)	h (m)									
MURO DERECHO	Fisura.D	0.025	0.35	0.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.25	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro		
MURO IZQUIERDO	Grieta.I	3.00	0.50	6.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
	Musgo.I	7.20	0.10	.....	.....	.....	.....	.....	8.0	.....		
	Moho.I1,2,3,4	12.00	0.20	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro		
FONDO DEL CANAL	Grieta.FC	3.00	0.60	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		

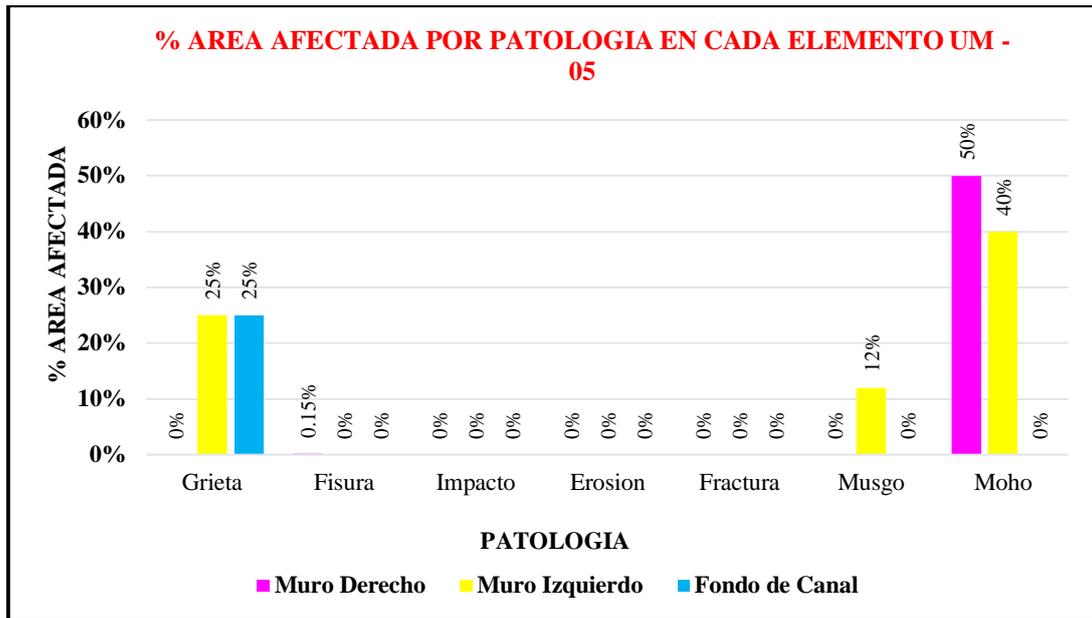
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 10. Evaluación de la unidad muestral 05.

 <b>FICHA TECNICA DE EVALUACION</b>												<b>UM - 05</b>						
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019																		
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ						Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO												
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 193			Al Km: 0 + 205			AREA TOTAL: 248.40 m2			FECHA: JUNIO 2019									
Elemento	Area (m2)	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m2)	% Area Afectada	Nivel de Severidad					
			L (m)	h (m)														
MURO DERECHO	6.00	Fisura.D	0.025	0.35	0.5	.....	.....	.....	.....	.....	0.01	0.15%	Severo					
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.25	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	3.00	50.00%	Leve					
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.I	3.00	0.50	6.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Severo					
		Musgo.I	7.20	0.10	.....	.....	.....	.....	8.0	.....	0.72	12.00%	Leve					
		Moho.I1,2,3,4	12.00	0.20	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	2.40	40.00%	Leve					
FONDO DE CANAL	7.20	Grieta.FC	3.00	0.60	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	1.80	25.00%	Moderado					
		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....					
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																		
Elemento	Area (m2)	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m2)	Total (%)		
			m2	%	m2	%			m2	%	m2	%	m2	%				
MURO DERECHO	6.00	Fisura = 0.15%	3.01	50.10	2.99	49.90	S	Grieta	0.00	0.0	1.50	25.0	1.80	25.0	3.30	17.19		
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 25%	3.30	55.00	2.70	45.00	S	Fisura	0.01	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05		
FONDO DE CANAL	7.20	Grieta = 25%	1.80	25.00	5.40	75.00	M	Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
U.M TOTAL	19.20	Grieta	8.11	42.22	11.09	57.78	M	Erosion	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
								Fractura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Musgo	0.00	0.00	0.72	12.00	0.00	0.00	0.72	3.75		
Moho	3.00	50.0	2.40	40.0	0.00	0.00	5.40	28.13										
RESUMEN DE EVALUACION																		
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO		15.66%		15.59%		Nivel Severidad	Area Afectada		Patologia		Ubicación						
	MURO IZQUIERDO		17.19%		14.06%		SEVERO	17.19%		GRIETA		MURO IZQUIERDO Y FONDO DE CANAL						
	FONDO DE CANAL		9.38%		28.13%													

Fuente: Elaboración propia; 2019.

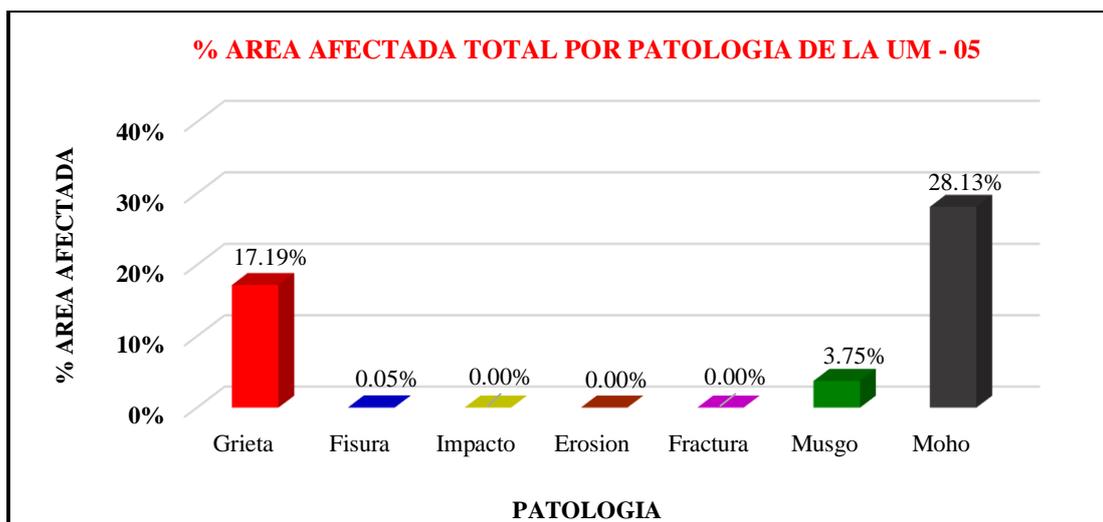
Grafica 17. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 05



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 50%, seguido de grieta con 25%, musgo con 12%, fisura con 0.15% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 40%, seguido de grieta con 25% y el resto con 0%; **fondo del canal** la patología con mayor incidencia de área afectada es grieta con 25% y el resto con 0%.

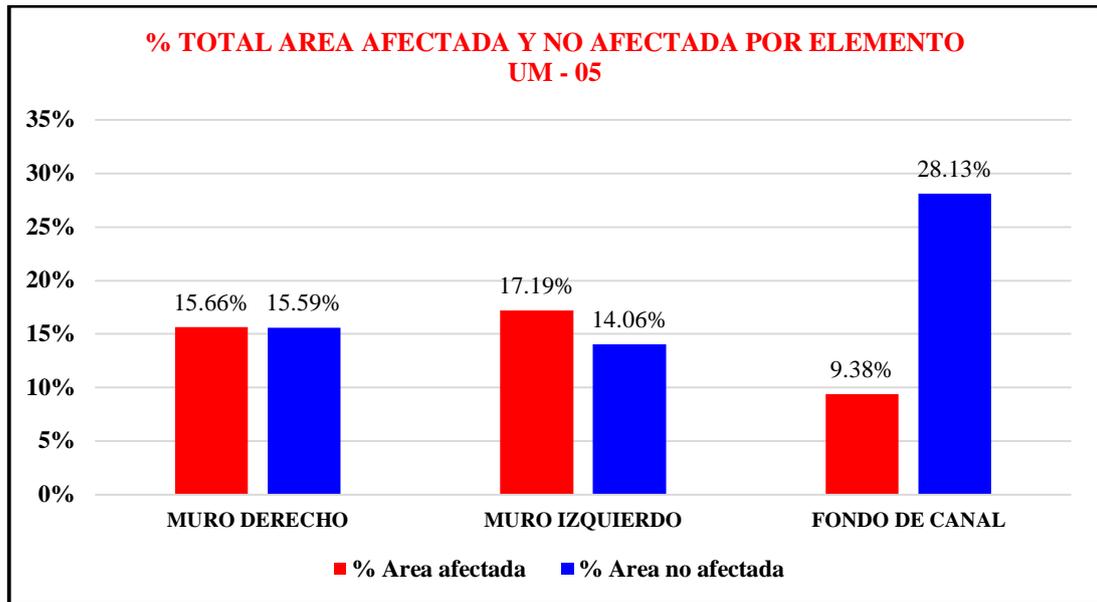
Grafica 18. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 05.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 28.13%, grieta con 17.19%, musgo con 3.75%, fisura con 0.05% y el resto con 0 %.

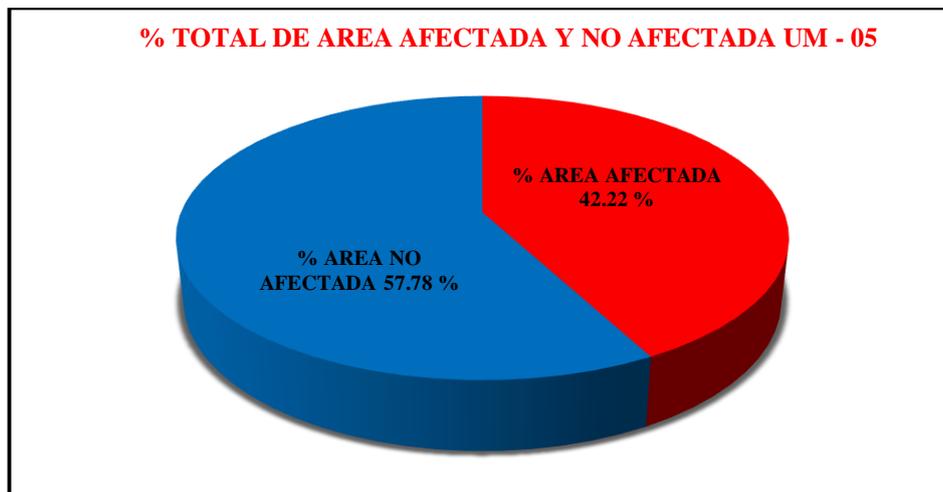
Grafica 19. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 05.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 15.66% de área afectada por patologías y 15.59% de área no afectada, **muro izquierdo** el 17.19% de área afectada y 14.06% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 9.38% de área afectada y 28.13% de área no afectada.

Grafica 20. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 05.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 19.20 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 42.22%, con un área total equivalente a 8.11 m<sup>2</sup>; mientras que el 57.78% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 11.09 m<sup>2</sup>.

# **UNIDAD MUESTRAL 06**

Progresiva 0 + 277 km a 0 + 289 km

Tabla 11. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 06.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS										UM - 06	
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019											
DATOS GENERALES			PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL		
EVALUADORA:	JANEIH MANESA ALVA RAMIREZ		Grietas	= g		Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m <sup>2</sup>		
ASESOR:	Mgr. VICTOR HUGO CANTU PRADO		Fisuras	= f		Base del canal (b) = 0.60 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m <sup>2</sup>		
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH		Impacto	= i		Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 7.20 m <sup>2</sup>		
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS		Erosion	= e		Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 19.20 m <sup>2</sup>		
USO:	CANAL DE REGADIO		Fractura	= t		Longitud de la U.M = 12 m			DATOS		
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 277	Al Km: 0 + 289	Musgo	= m		Inclinacion de talud (Z) = 0.00			Paño 1 = P1	Paño 3 = P3	
FECHA:	11 de Junio del 2019		Moho	= h		N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS			Paño2 = P2	Paño 4 = P4	
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL				REPRESENTACION GRAFICA							
NOTA: "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erosionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.											
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA
		L (m)	h (m)								
MURO DERECHO	Grieta.D	3.00	0.50	3.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.30	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
MURO IZQUIERDO	Grieta.I	3.00	0.50	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Musgo.I	0.60	0.14	.....	.....	.....	.....	.....	12.0	.....	
FONDO DEL CANAL	Moho.I1,2,3,4	12.00	0.35	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
	Grieta.FC	3.00	0.60	6.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	

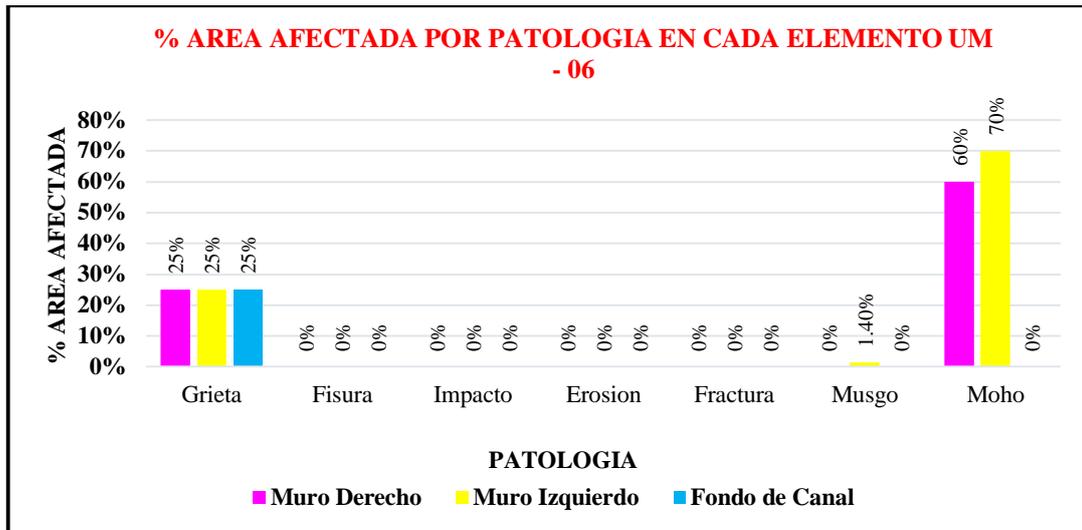
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 12. Evaluación de la unidad muestral 06.

	FICHA TECNICA DE EVALUACION										UM - 06						
	Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019																
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ					Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO												
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 277		Al Km: 0 + 289			AREA TOTAL: 248.40 m2				FECHA: JUNIO 2019								
Elemento	Area (m2)	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m2)	% Area Afectada	Nivel de Severidad				
			L (m)	h (m)													
MURO DERECHO	6.00	Grieta.D	3.00	0.50	3.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Moderado				
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.30	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	3.60	60.00%	Leve				
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.I	3.00	0.50	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Leve				
		Musgo.I	0.60	0.14	.....	.....	.....	.....	12.0	.....	0.08	1.40%	Moderado				
		Moho.I1,2,3,4	12.00	0.35	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	4.20	70.00%	Leve				
FONDO DE CANAL	7.20	Grieta.FC	3.00	0.60	6.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.80	25.00%	Severo				
		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....				
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																	
Elemento	Area (m2)	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m2)	Total (%)	
			m2	%	m2	%			m2	%	m2	%	m2	%			
MURO DERECHO	6.00	Grieta = 25%	4.20	70.00	1.80	30.00	M	Grieta	1.50	25.0	1.50	25.0	1.80	25.0	4.80	25.00	
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 25%	4.65	77.50	1.35	22.50	L	Fisura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
								Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Erosion	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Fractura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FONDO DE CANAL	7.20	Grieta = 25%	1.80	25.00	5.40	75.00	S	Musgo	0.00	0.00	0.08	1.40	0.00	0.00	0.08	0.44	
								Moho	3.60	60.0	4.20	70.0	0.00	0.00	7.80	40.63	
<b>U.M TOTAL</b>	<b>19.20</b>	<b>Grieta</b>	<b>10.65</b>	<b>55.47</b>	<b>8.55</b>	<b>44.53</b>	<b>S</b>										
RESUMEN DE EVALUACION																	
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO		21.88%		9.38%		Nivel Severidad	Area Afectada	Patologia	Ubicación							
	MURO IZQUIERDO		24.22%		7.03%												
	FONDO DE CANAL		9.38%		28.13%						<b>SEVERO</b>	<b>25.00%</b>	<b>GRIETA</b>	<b>MURO DERECHO, IZQUIERDO Y FONDO DE CANAL</b>			

Fuente: Elaboración propia; 2019.

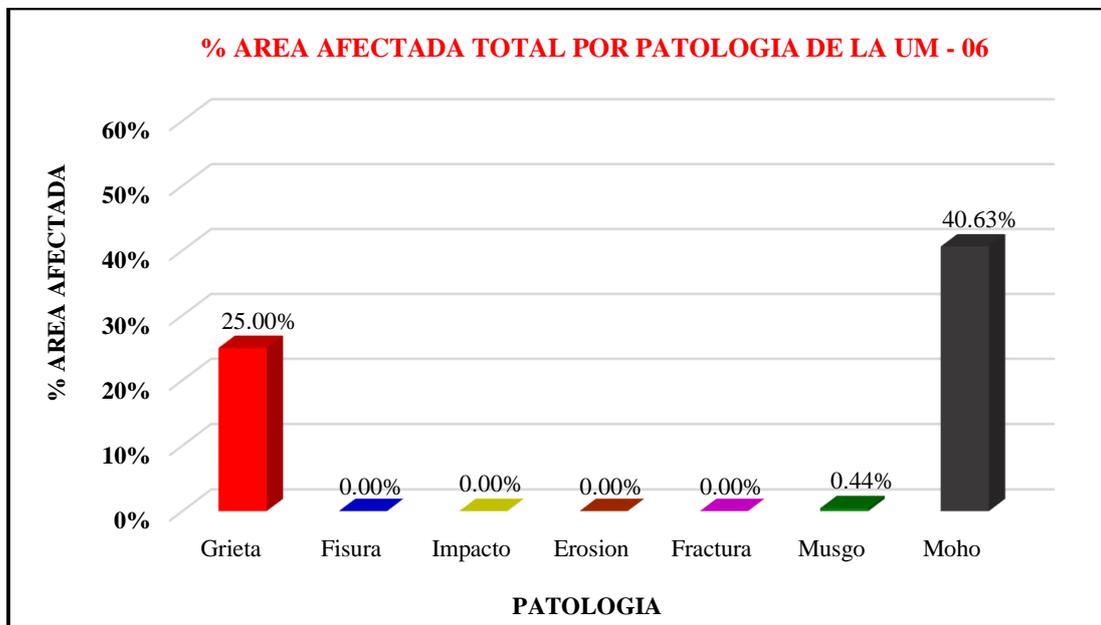
Grafica 21. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 06.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho:** la patología con mayor incidencia de área afectada es mohos con 60%, seguido de grieta con 25% y el resto con 0%; **muro izquierdo:** la patología con mayor incidencia de área afectada es mohos con 70%, seguido de grieta con 25%, musgo con 1.40% y el resto con 0%; **fondo del canal** la patología con mayor incidencia de área afectada es grieta con 25% y el resto con 0%.

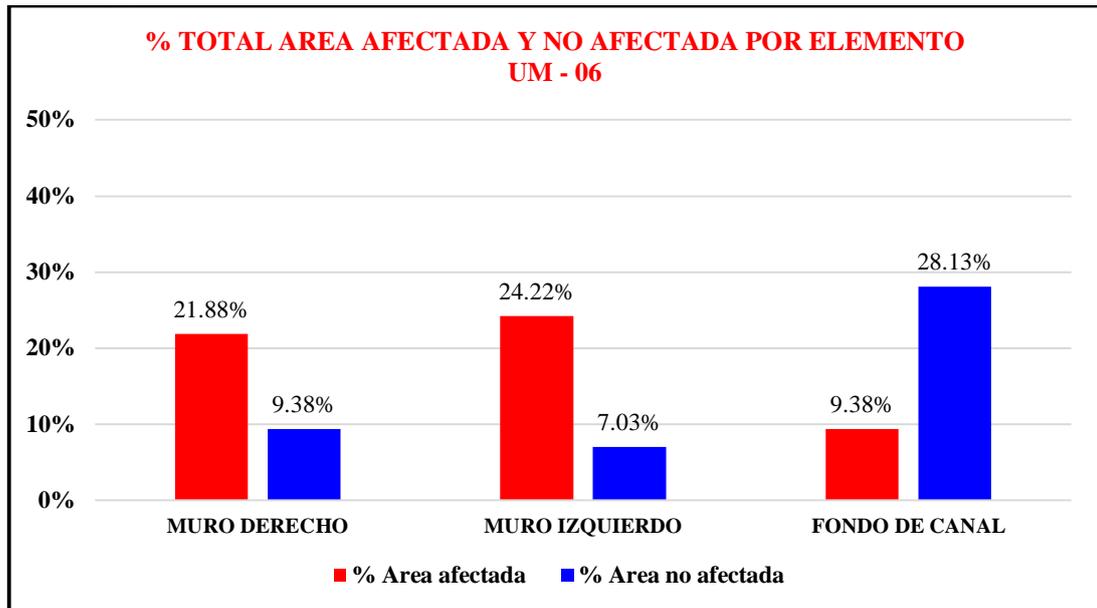
Grafica 22. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 06.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: mohos con 40.63%, grieta con 25%, musgo con 0.44% y el resto con 0%.

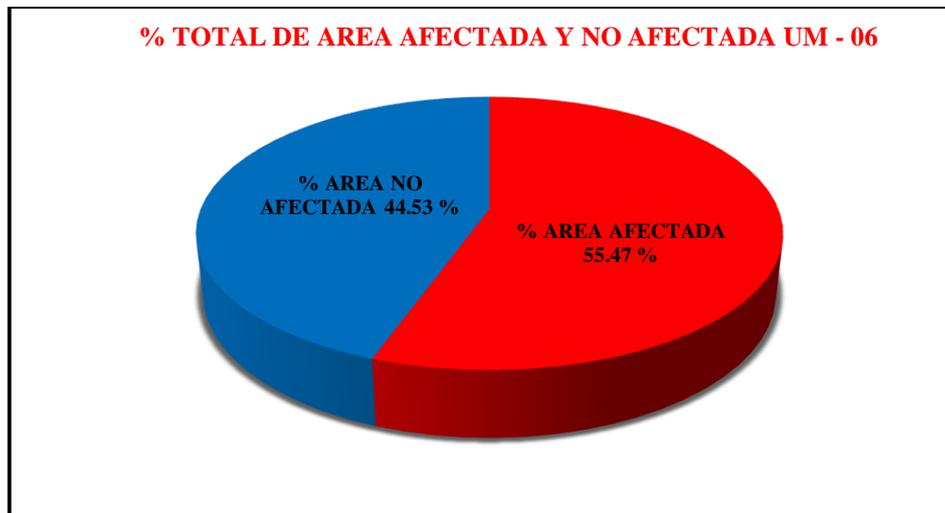
Grafica 23. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 06.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 21.88% de área afectada por patologías y 9.38% de área no afectada, **muro izquierdo** el 24.22% de área afectada y 7.03% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 9.38% de área afectada y 28.13% de área no afectada.

Grafica 24. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 06.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 19.20 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 42.22%, con un área total equivalente a 8.11 m<sup>2</sup>; mientras que el 57.78% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 11.09 m<sup>2</sup>.

# **UNIDAD MUESTRAL 07**

Progresiva 0 + 469 km a 0 + 481 km

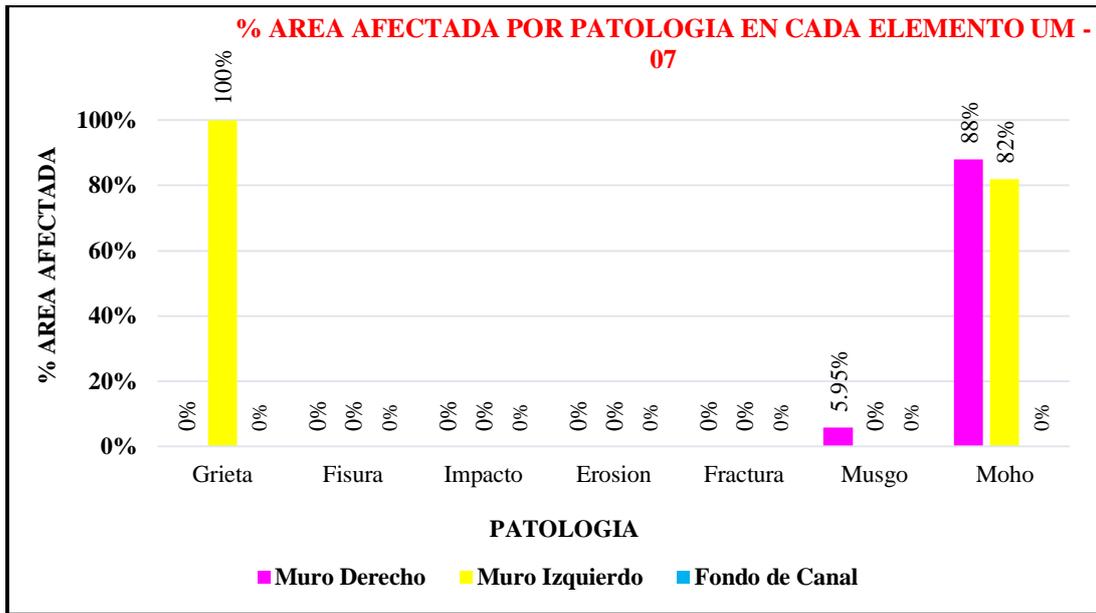
Tabla 13. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 07.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS																
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019										UM - 07						
DATOS GENERALES			PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL							
EVALUADORA:	JANEIH MANESA ALVA RAMIREZ		Grietas	= g		Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m2							
ASESOR:	Mgr. VICTOR HUGO CANTU PRADO		Fisuras	= f		Base del canal (b) = 0.60 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m2							
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH		Impacto	= i		Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 7.20 m2							
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS		Erosion	= e		Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 19.20 m2							
USO:	CANAL DE REGADIO		Fractura	= t		Longitud de la U.M = 12 m			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Paño 1 = P1</td> <td>Paño 3 = P3</td> </tr> <tr> <td>Paño 2 = P2</td> <td>Paño 4 = P4</td> </tr> </tbody> </table>		DATOS		Paño 1 = P1	Paño 3 = P3	Paño 2 = P2	Paño 4 = P4
DATOS																
Paño 1 = P1	Paño 3 = P3															
Paño 2 = P2	Paño 4 = P4															
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 469	Al Km: 0 + 481	Musgo	= m		Inclinacion de talud (Z) = 0.00										
FECHA:	11 de Junio del 2019		Moho	= h		N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS										
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL					REPRESENTACION GRAFICA											
NOTA: "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erocionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.																
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA					
		L (m)	h (m)													
MURO DERECHO	Musgo.D	1.70	0.21	.....	.....	.....	.....	.....	12.0	.....						
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.44	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro						
MURO IZQUIERDO	Grieta.I1	3.00	0.50	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....						
	Grieta.I2	3.00	0.50	1.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....						
	Grieta.I3	3.00	0.50	1.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....						
	Grieta.I4	3.00	0.50	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....						
FONDO DEL CANAL	Moho.I1,2,3,4	12.00	0.41	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro						
FONDO DEL CANAL	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....						
FONDO DEL CANAL	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....						

Fuente: Elaboración propia; 2019.



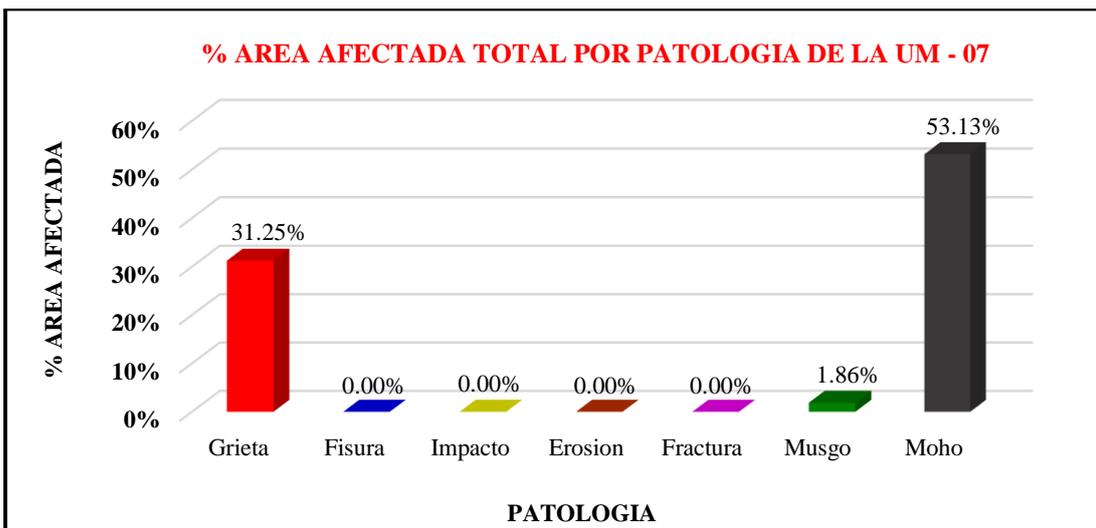
Grafica 25. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 07.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 88%, seguido de musgo con 5.95% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 82%, seguido de grieta con 100% y el resto con 0%; **fondo del canal** no hay patologías que afectan, toda la patología es 0%.

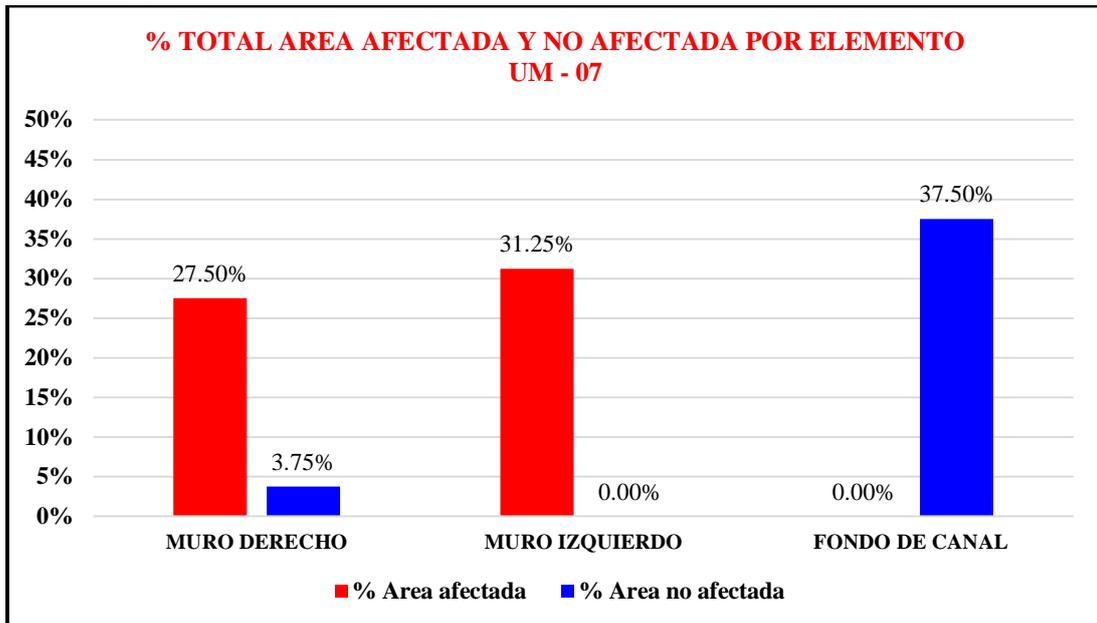
Grafica 26. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 07.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 53.13%, grieta con 31.25%, musgo con 1.86% y el resto con 0%.

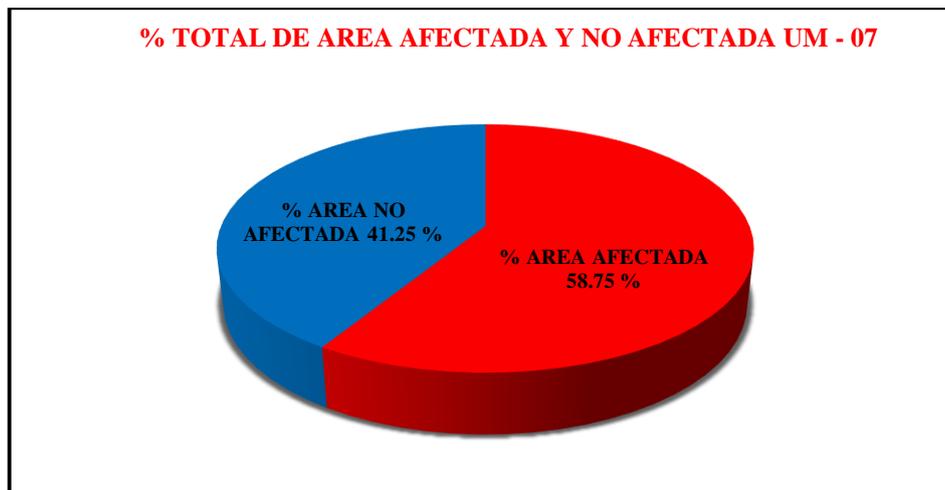
Grafica 27. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 07.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 27.50% de área afectada por patologías y 3.75% de área no afectada, **muro izquierdo** el 31.25% de área afectada y 0.00% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 37.50% de área afectada y 0.00% de área no afectada.

Grafica 28. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 07.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 19.20 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 58.75%, con un área total equivalente a 11.28 m<sup>2</sup>; mientras que el 41.25% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 7.92 m<sup>2</sup>.

# UNIDAD MUESTRAL 08

Progresiva 0 + 523 km a 0 + 535 km

CAMBIO DEL ANCHO DEL CANAL DE  $b = 0.60$  a  $b = 0.90$

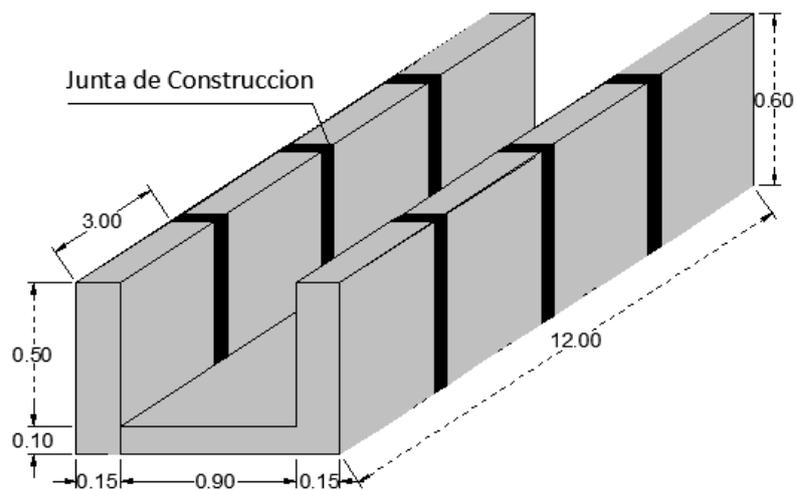
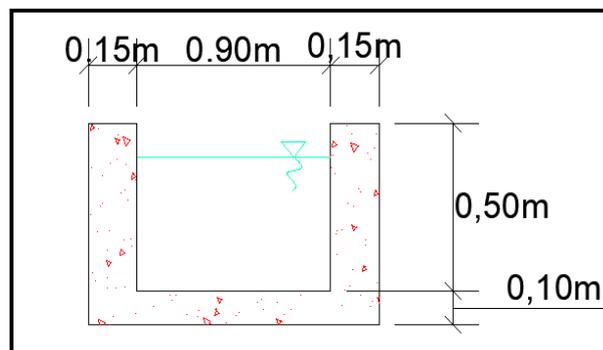


Tabla 15. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 08.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS												
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019											UM - 08	
DATOS GENERALES				PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL		
EVALUADORA:	JANEIH MANESA ALVA RAMIREZ			Grietas	= g	<span style="background-color: red; color: black;">■</span>	Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m <sup>2</sup>		
ASESOR:	Mgr. VICTOR HUGO CANTU PRADO			Fisuras	= f	<span style="background-color: blue; color: black;">■</span>	Base del canal (b) = 0.90 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m <sup>2</sup>		
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH			Impacto	= i	<span style="background-color: yellow; color: black;">■</span>	Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 10.80 m <sup>2</sup>		
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS			Erosion	= e	<span style="background-color: red; color: black;">■</span>	Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 22.80 m <sup>2</sup>		
USO:	CANAL DE REGADIO			Fractura	= t	<span style="background-color: magenta; color: black;">■</span>	Longitud de la U.M = 12 m			DATOS		
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 523		Al Km: 0 + 535		Musgo	= m	<span style="background-color: green; color: black;">■</span>	Inclinacion de talud (Z) = 0.00			Paño 1 = P1	Paño 3 = P3
FECHA:	11 de Junio del 2019			Moho	= h	<span style="background-color: black; color: white;">■</span>	N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS			Paño2 = P2	Paño 4 = P4	
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL				REPRESENTACION GRAFICA								
<b>NOTA:</b> "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erocionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.												
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA	
		L (m)	h (m)									
MURO DERECHO	Erosion.D	3.00	0.13	.....	.....	.....	15.0	.....	.....	.....		
	Musgo.D	12.00	0.22	.....	.....	.....	.....	.....	21.0	.....		
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro		
MURO IZQUIERDO	Grieta.I	3.00	0.50	40.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
	Erosion.I1	0.08	0.16	.....	.....	.....	30.0	.....	.....	.....		
	Erosion.I2	0.94	0.15	.....	.....	.....	25.0	.....	.....	.....		
	Moho.I1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro		
FONDO DEL CANAL	Grieta.FC	3.00	0.90	30.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
	Erosion.FC	4.20	0.90	.....	.....	.....	15.0	.....	.....	.....		

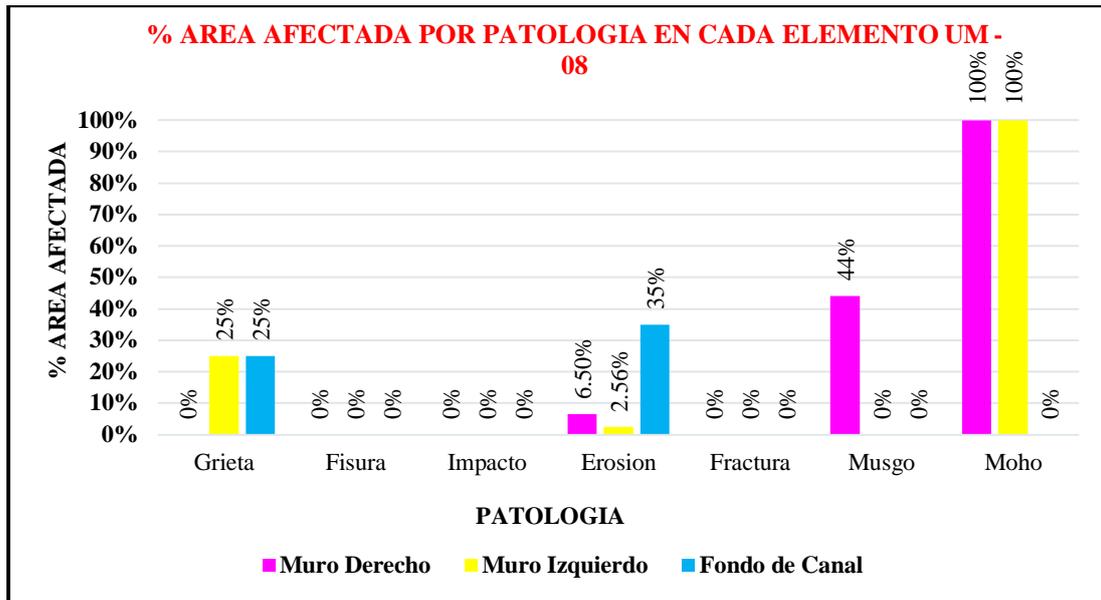
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 16. Evaluación de la unidad muestra 08.

	FICHA TECNICA DE EVALUACION										UM - 08					
	Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019															
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ					Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO											
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 523		Al Km: 0 + 535			AREA TOTAL: 248.40 m2				FECHA: JUNIO 2019							
Elemento	Area (m2)	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m2)	% Area Afectada	Nivel de Severidad			
			L (m)	h (m)												
MURO DERECHO	6.00	Erosion.D	3.00	0.13	.....	.....	10.0%	.....	.....	.....	0.39	6.50%	Moderado			
		Musgo.D	12.00	0.22	.....	.....	.....	.....	21.0	.....	2.64	44.00%	Moderado			
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	6.00	100.00%	Leve			
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.I	3.00	0.50	40.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Severo			
		Erosion.I1	0.08	0.16	.....	.....	20.0%	.....	.....	.....	0.01	2.56%	Moderado			
		Erosion.I2	0.94	0.15	.....	.....	16.7%	.....	.....	.....	0.14					
		Moho.I1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	6.00	100.00%	Leve			
FONDO DE CANAL	10.80	Grieta.FC	3.00	0.90	30.0	.....	.....	.....	.....	.....	2.70	25.00%	Severo			
		Erosion.FC	4.20	0.90	.....	.....	15.0%	.....	.....	.....	3.78	35.0%	Moderado			
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																
Elemento	Area (m2)	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m2)	Total (%)
			m2	%	m2	%			m2	%	m2	%				
MURO DERECHO	6.00	Erosion = 6.50%	6.00	100.00	0.00	0.00	M	Grieta	0.00	0.0	1.50	25.0	2.70	25.0	4.20	18.42
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 25%	6.00	100.00	0.00	0.00	S	Fisura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FONDO DE CANAL	10.80	Grieta = 25%	6.48	60.00	4.32	40.00	S	Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FONDO DE CANAL	10.80	Grieta = 25%	6.48	60.00	4.32	40.00	S	Erosion	0.39	6.50	0.15	2.56	3.78	35.00	4.32	18.96
FONDO DE CANAL	10.80	Grieta = 25%	6.48	60.00	4.32	40.00	S	Fractura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FONDO DE CANAL	10.80	Grieta = 25%	6.48	60.00	4.32	40.00	S	Musgo	2.64	44.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.64	11.58
FONDO DE CANAL	10.80	Grieta = 25%	6.48	60.00	4.32	40.00	S	Moho	6.00	100.0	6.00	100.0	0.00	0.00	12.00	52.63
U.M TOTAL	22.80	Grieta	18.48	81.05	4.32	18.95	S									
RESUMEN DE EVALUACION																
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO		26.32%		0.00%		Nivel Severidad	Area Afectada		Patologia <td colspan="5">Ubicación</td>		Ubicación				
	MURO IZQUIERDO		26.32%		0.00%		SEVERO	18.42%		GRIETA		MURO IZQUIERDO Y FONDO DE CANAL				
	FONDO DE CANAL		28.42%		18.95%											

Fuente: Elaboración propia; 2019.

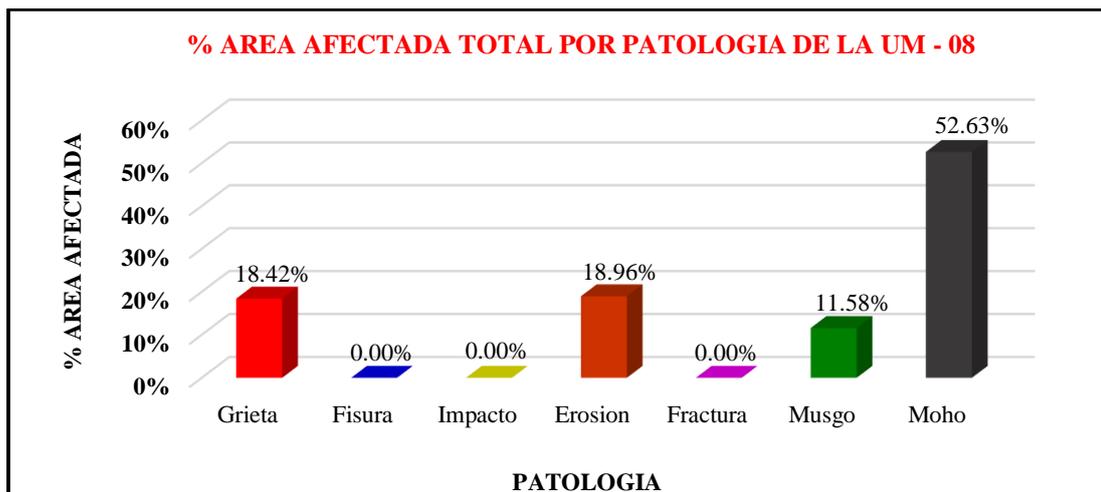
Grafica 29. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 08



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 100%, seguido de musgo con 44%, erosión con 6.50% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 100%, seguido de grieta con 25%, erosión con 2.56% y el resto con 0%; **fondo del canal** la patología con mayor incidencia de área afectada es grieta con 25%, seguido de erosión con 35% y el resto con 0%.

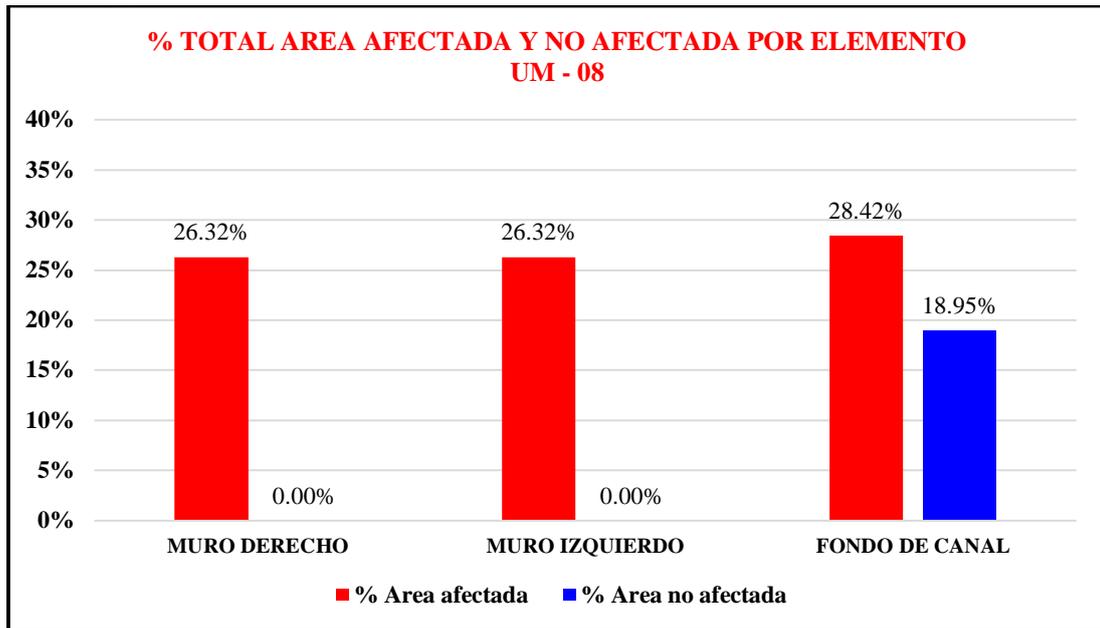
Grafica 30. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 08.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 52.63%, erosión con 18.96%, grieta con 18.42%, musgo con 11.58% y el resto con 0 %.

Grafica 31. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 08.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 26.32% de área afectada por patologías y 0.00% de área no afectada, **muro izquierdo** el 26.32% de área afectada y 0.00% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 28.42% de área afectada y 18.95% de área no afectada.

Grafica 32. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 08.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 22.80 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 81.05%, con un área total equivalente a 18.48 m<sup>2</sup>; mientras que el 18.95% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 4.32 m<sup>2</sup>.

# **UNIDAD MUESTRAL 09**

Progresiva 0 + 535 km a 0 + 547 km

Tabla 17. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 09.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS										UM - 09	
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019											
DATOS GENERALES		PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL		ELEMENTO DEL CANAL				
EVALUADORA:	JANETH MANESA ALVA RAMIREZ	Grietas	= g	[Color Rojo]	Tipo de canal = Canal Rectangular		MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m2				
ASESOR:	Mgr. VICTOR HUGO CANTU PRADO	Fisuras	= f	[Color Azul]	Base del canal (b) = 0.90 m		MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m2				
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH	Impacto	= i	[Color Verde]	Altura del canal (H) = 0.50 m		FONDO DEL CANAL (F.C) = 10.80 m2				
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS	Erosion	= e	[Color Naranja]	Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m		A. TOTAL DE LA U.M = 22.80 m2				
USO:	CANAL DE REGADIO	Fractura	= t	[Color Magenta]	Longitud de la U.M = 12 m		DATOS				
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 535 Al Km: 0 + 547	Musgo	= m	[Color Verde]	Inclinación de talud (Z) = 0.00		Paño 1 = P1	Paño 3 = P3			
FECHA:	11 de Junio del 2019	Moho	= h	[Color Verde]	N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS		Paño2 = P2	Paño 4 = P4			
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL					REPRESENTACION GRAFICA						
<b>NOTA:</b> "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erosionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.											
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA
		L (m)	h (m)								
MURO DERECHO	Impacto.D	0.55	0.30	.....	.....	15.0	.....	.....	.....	.....	
	Erosion.D	6.00	0.19	.....	.....	.....	25.0	.....	.....	.....	
	Musgo.D	12.00	0.22	.....	.....	.....	.....	.....	15.0	.....	
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
MURO IZQUIERDO	Grieta.II	3.00	0.50	30.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Grieta.I2	3.00	0.50	45.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Fractura.I	3.00	0.50	.....	.....	.....	.....	70.0	.....	.....	
	Impacto.I	2.00	0.50	.....	.....	15.0	.....	.....	.....	.....	
	Erosion.I	5.00	0.10	.....	.....	.....	10.0	.....	.....	.....	
	Moho.I1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
FONDO DEL CANAL	Grieta.FC1	3.00	0.90	25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Grieta.FC2	3.00	0.90	40.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Grieta.FC3	3.00	0.90	20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Erosion.FC	3.00	0.90	.....	.....	.....	5.0	.....	.....	.....	

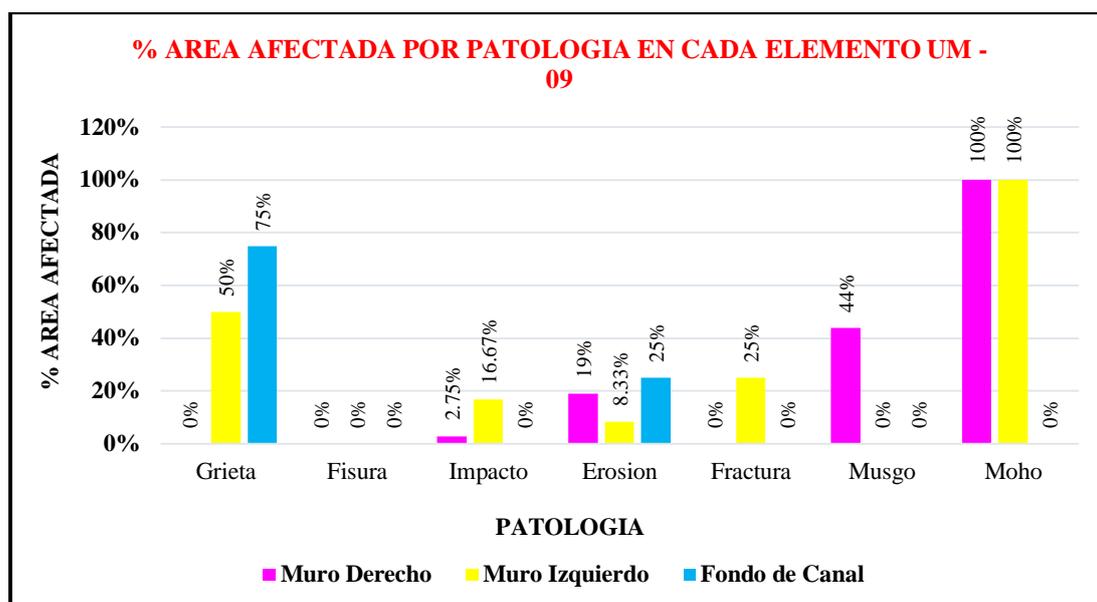
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 18. Evaluación de la unidad muestral 09.

 <b>FICHA TECNICA DE EVALUACION</b>											<b>UM - 09</b>					
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019																
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ						Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO										
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 535			Al Km: 0 + 547			AREA TOTAL: 248.40 m2				FECHA: JUNIO 2019						
Elemento	Area (m2)	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m2)	% Area Afectada	Nivel de Severidad			
			L (m)	h (m)												
MURO DERECHO	6.00	Impacto.D	0.55	0.30	.....	100.0%	.....	.....	.....	.....	0.17	2.75%	Severo			
		Erosion.D	6.00	0.19	.....	.....	16.7%	.....	.....	.....	1.14	19.00%	Moderado			
		Musgo.D	12.00	0.22	.....	.....	.....	.....	15.0	.....	2.64	44.00%	Moderado			
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	<b>Negro</b>	6.00	100.00%	Leve			
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.I1	3.00	0.50	30.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	50.00%	Severo			
		Grieta.I2	3.00	0.50	45.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Severo			
		Fractura.I	3.00	0.50	.....	.....	.....	70.0	.....	.....	1.00	16.67%	Severo			
		Impacto.I	2.00	0.50	.....	100%	.....	.....	.....	.....	0.50	8.33%	Moderado			
		Erosion.I	5.00	0.10	.....	.....	.....	6.7%	.....	.....	6.00	100.00%	Leve			
		Moho.I1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	<b>Negro</b>	2.70	75.00%	Severo			
FONDO DE CANAL	10.80	Grieta.FC1	3.00	0.90	25.0	.....	.....	.....	.....	.....	2.70	25.00%	Leve			
		Grieta.FC2	3.00	0.90	40.0	.....	.....	.....	.....	.....	2.70	75.00%	Severo			
		Grieta.FC3	3.00	0.90	20.0	.....	.....	.....	.....	.....	2.70	75.00%	Severo			
		Erosion.FC	3.00	0.90	.....	.....	.....	5.0%	.....	.....	2.70	25.00%	Leve			
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																
Elemento	Area (m2)	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m2)	Total (%)
			m2	%	m2	%			m2	%	m2	%	m2	%		
MURO DERECHO	6.00	Impacto=2.75%	6.00	100.00	0.00	0.00	S	Grieta	0.00	0.0	3.00	50.0	8.10	75.00	11.10	48.68
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 50% Fractura = 25%	6.00	100.00	0.00	0.00	S	Fisura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FONDO DE CANAL	10.80	Grieta = 75%	8.10	75.00	2.70	25.00	S	Impacto	0.17	2.75	1.00	16.67	0.00	0.00	1.17	5.11
U.M TOTAL	22.80	Fractura y Grieta	20.10	88.16	2.70	11.84	S	Erosion	1.14	19.00	0.50	8.33	2.70	25.00	4.34	19.04
								Fractura	0.00	0.00	1.50	25.00	0.00	0.00	1.50	6.58
								Musgo	2.64	44.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.64	11.58
								Moho	6.00	100.0	6.00	100.0	0.00	0.00	12.00	52.63
RESUMEN DE EVALUACION																
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO	26.32%	0.00%	SEVERO	55.26%	Grieta = 48.68%	MURO IZQUIERDO Y FONDO DE CANAL									
	MURO IZQUIERDO	26.32%	0.00%													
	FONDO DE CANAL	35.53%	11.84%													

Fuente: Elaboración propia; 2019.

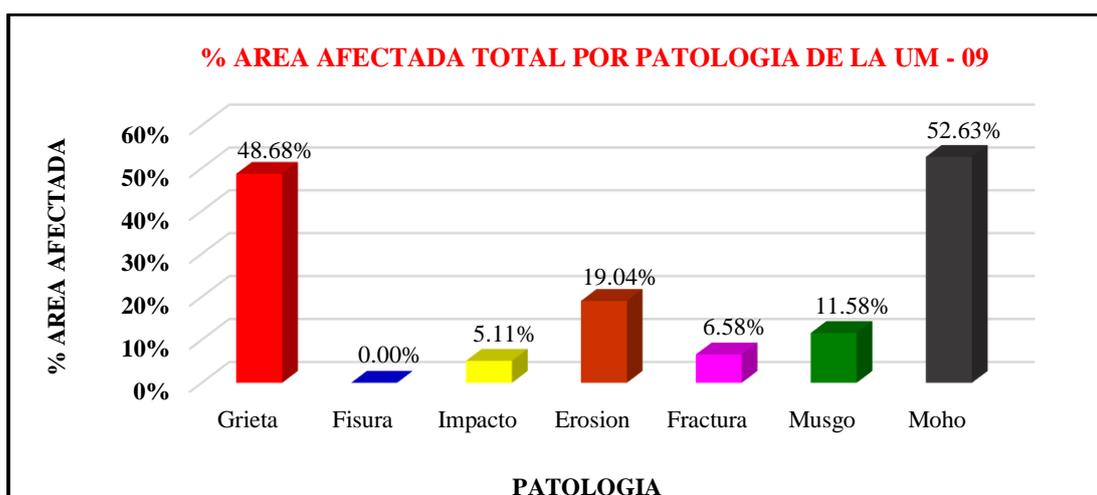
Grafica 33. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 09.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 100%, seguido de musgo con 44%, erosión con 19%, impacto con 2.75% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 100%, seguido de grieta con 50%, fractura con 25%, impacto con 16.67%, erosión con 8.33% y el resto con 0%; **fondo del canal** la patología con mayor incidencia de área afectada es grieta con 75%, seguido de erosión con 25% y el resto con 0%.

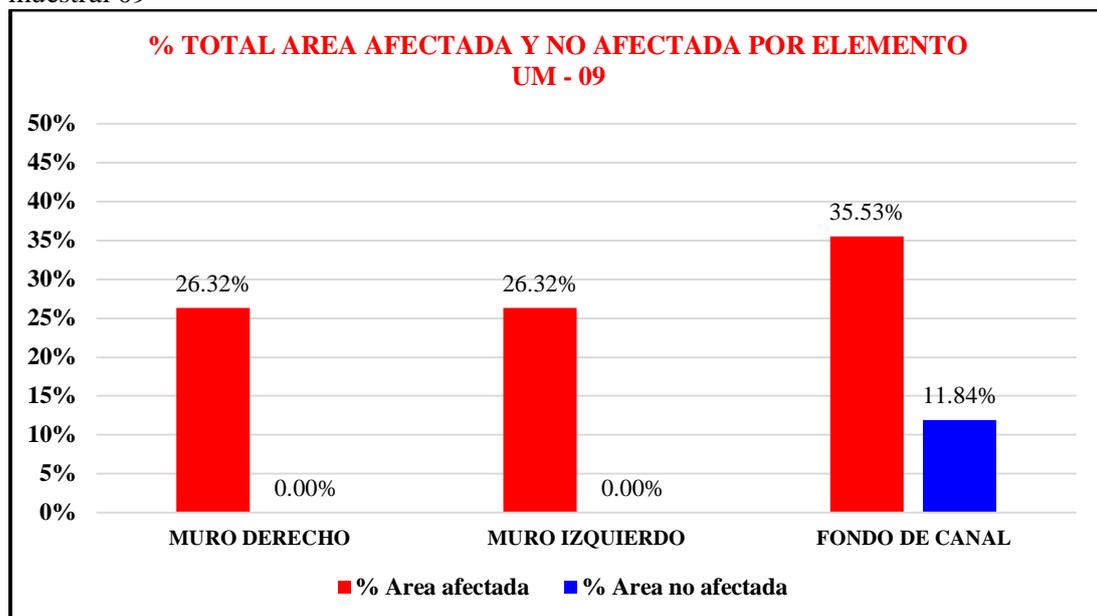
Grafica 34. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 09.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 52.63%, grieta con 18.42%, erosión con 19.04%, , musgo con 11.58%, fractura con 11.58%, impacto con 5.11% y fisura con 0 %.

Grafica 35. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 09



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 26.32% de área afectada por patologías y 0.00% de área no afectada, **muro izquierdo** el 26.32% de área afectada y 0.00% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 35.53% de área afectada y 11.84% de área no afectada.

Grafica 36. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 09.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 22.80 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 88.16%, con un área total equivalente a 20.10 m<sup>2</sup>; mientras que el 11.84% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 2.70 m<sup>2</sup>.

# **UNIDAD MUESTRAL 10**

Progresiva 0 + 547 km a 0 + 559 km

Tabla 19. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 10.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS											
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019											UM - 10
DATOS GENERALES			PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL		
EVALUADORA:	JANETH MANESA ALVA RAMIREZ		Grietas	= g		Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m <sup>2</sup>		
ASESOR:	Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO		Fisuras	= f		Base del canal (b) = 0.90 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m <sup>2</sup>		
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH		Impacto	= i		Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 10.80 m <sup>2</sup>		
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS		Erosion	= e		Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 22.80 m <sup>2</sup>		
USO:	CANAL DE REGADIO		Fractura	= t		Longitud de la U.M = 12 m			DATOS		
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 547	Al Km: 0 + 559	Musgo	= m		Inclinación de talud (Z) = 0.00			Paño 1 = P1	Paño 3 = P3	
FECHA:			Moho	= h		N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS			Paño2 = P2	Paño 4 = P4	
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL						REPRESENTACION GRAFICA					
NOTA: "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erosionada, "Sb": Separación de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.											
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA
		L (m)	h (m)								
MURO DERECHO	Grieta.D	3.00	0.50	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Musgo.D	10.10	0.35	.....	.....	.....	.....	.....	23.0	.....	
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
MURO IZQUIERDO	Grieta.I	3.00	0.50	10.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Fractura.I	6.00	0.50	.....	.....	.....	.....	35.0	.....	.....	
	Moho.II,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
FONDO DEL CANAL	Erosion.FC	9.00	0.90	.....	.....	.....	10.0	.....	.....	.....	
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	

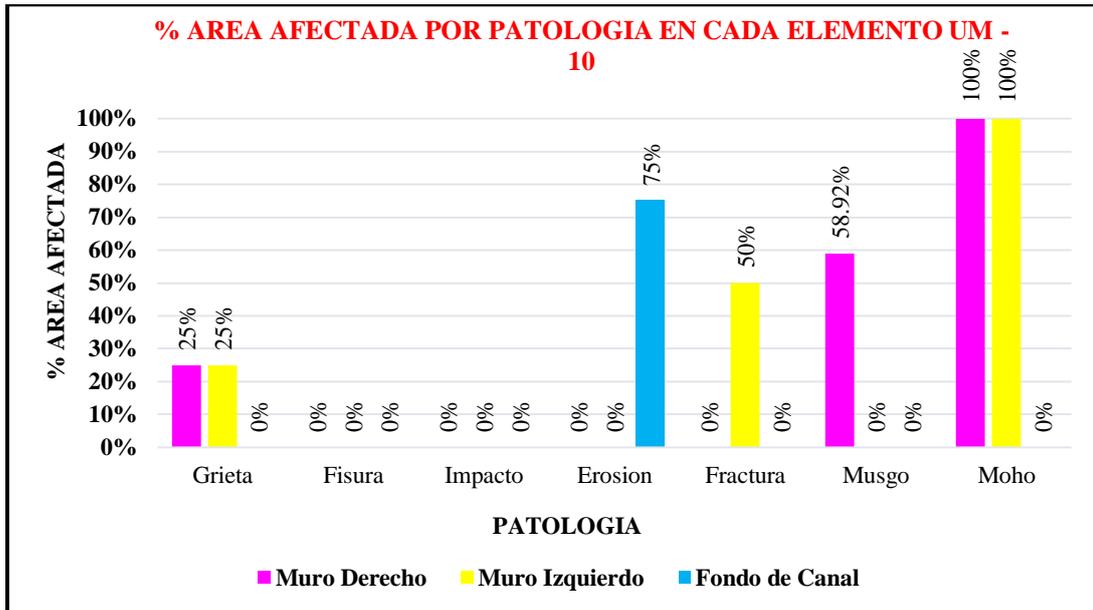
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 20. Evaluación de la unidad muestral 10.

 <b>FICHA TECNICA DE EVALUACION</b>											<b>UM - 10</b>					
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019																
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ						Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO										
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 547			Al Km: 0 + 559			AREA TOTAL: 248.40				FECHA: JUNIO 2019						
Elemento	Area (m2)	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m2)	% Area Afectada	Nivel de Severidad			
			L (m)	h (m)												
MURO DERECHO	6.00	Grieta.D	3.00	0.50	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Moderado			
		Musgo.D	10.10	0.35	.....	.....	.....	.....	23.0	.....	3.54	58.92%	Moderado			
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	6.00	100.00%	Leve			
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.I	3.00	0.50	10.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Severo			
		Fractura.I	6.00	0.50	.....	.....	.....	35.0	.....	.....	3.00	50.00%	Severo			
		Moho.I1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	6.00	100.00%	Leve			
FONDO DE CANAL	10.80	Erosion.FC	9.00	0.90	.....	.....	10.0%	.....	.....	.....	8.10	75.00%	Moderado			
		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....			
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																
Elemento	Area (m2)	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m2)	Total (%)
			m2	%	m2	%			m2	%	m2	%	m2	%		
MURO DERECHO	6.00	Grieta	6.00	100.00	0.00	0.00	M	Grieta	1.50	25.0	1.50	25.0	0.00	0.0	3.00	13.16
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 25%	6.00	100.00	0.00	0.00	S	Fisura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Fractura = 50%						Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FONDO DE CANAL	10.80	Erosion = 75%	8.10	75.00	2.70	25.00	M	Erosion	0.00	0.00	0.00	0.00	8.10	75.00	8.10	35.53
								Fractura	0.00	0.00	3.00	50.00	0.00	0.00	3.00	13.16
U.M TOTAL	22.80	Grieta y Fractura	20.10	88.16	2.70	11.84	M	Musgo	3.54	58.92	0.00	0.00	0.00	0.00	3.54	15.50
								Moho	6.00	100.0	6.00	100.0	0.00	0.00	12.00	52.63
RESUMEN DE EVALUACION																
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO	26.32%	0.00%	Nivel Severidad	SEVERO	Area Afectada	26.32%	Patologia	GRIETA = 13.16% FRACTURA = 13.16%	Ubicación	MURO IZQUIERDO Y DERECHO					
	MURO IZQUIERDO	26.32%	0.00%													
	FONDO DE CANAL	35.53%	11.84%													

Fuente: Elaboración propia; 2019.

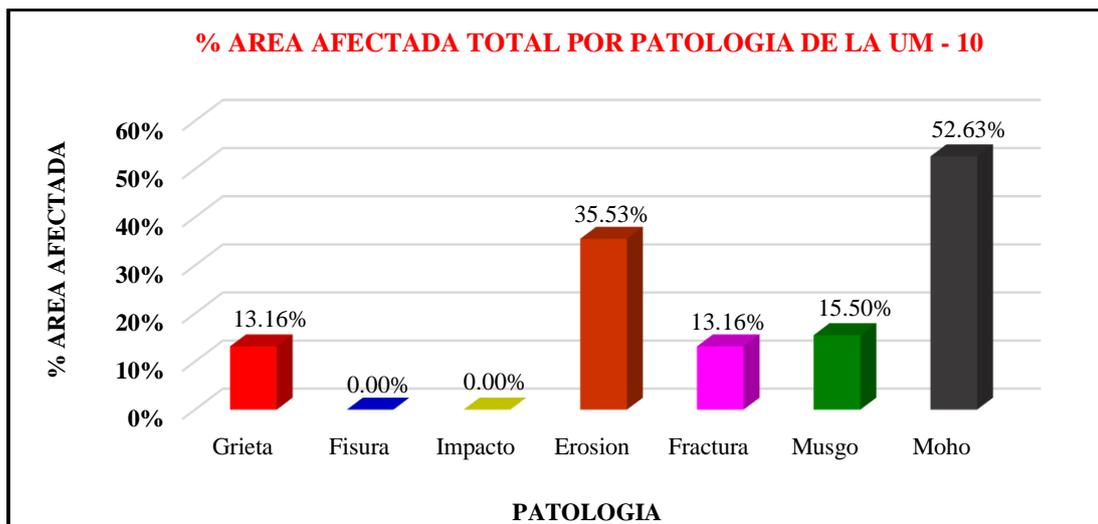
Grafica 37. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 10.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

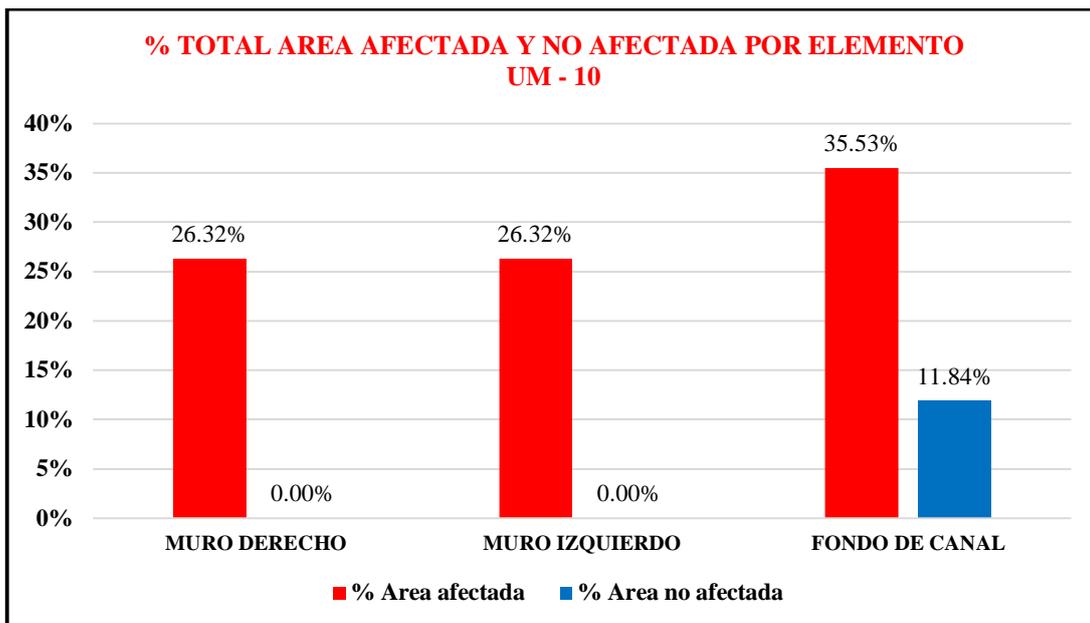
**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 100%, seguido de musgo con 58.92%, grieta con 25% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 100%, seguido de fractura con 50%, grieta con 25% y el resto con 0%; **fondo del canal** la patología con mayor incidencia de área afectada es erosión con 75% y el resto con 0%.

Grafica 38. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 10.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 52.63%, erosión con 35.53%, musgo con 15.50%, grieta con 13.16%, fractura con 13.16% y el resto con 0%.



Grafica 39. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 10.

Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 26.32% de área afectada por patologías y 0.00% de área no afectada, **muro izquierdo** el 26.32% de área afectada y 0.00% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 35.53% de área afectada y 11.84% de área no afectada.



Grafica 40. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 10.

Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 22.80 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 88.16%, con un área total equivalente a 20.10 m<sup>2</sup>; mientras que el 11.84% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 2.70 m<sup>2</sup>.

# **UNIDAD MUESTRAL 11**

Progresiva 0 + 577 km a 0 + 589 km

Tabla 21. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 11.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS											
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019										UM - 11	
DATOS GENERALES			PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL		
EVALUADORA:	JANEIH MANESA ALVA RAMIREZ		Grietas	= g		Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m2		
ASESOR:	Mgr. VICTOR HUGO CANTU PRADO		Fisuras	= f		Base del canal (b) = 0.90 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m2		
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH		Impacto	= i		Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 10.80 m2		
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS		Erosion	= e		Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 22.80 m2		
USO:	CANAL DE REGADIO		Fractura	= t		Longitud de la U.M = 12 m			DATOS		
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 577	Al Km: 0 + 589	Musgo	= m		Inclinación de talud (Z) = 0.00			Paño 1 = P1	Paño 3 = P3	
FECHA:	11 de Junio del 2019		Moho	= h		N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS			Paño2 = P2	Paño 4 = P4	
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL				REPRESENTACION GRAFICA							
<b>NOTA:</b> "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erosionada, "Sb": Separación de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.											
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA
		L (m)	h (m)								
MURO DERECHO	Erosion.D	6.80	0.10	.....	.....	.....	8.0	.....	.....	.....	
	Musgo.D	11.00	0.30	.....	.....	.....	.....	.....	12.0	.....	
	Moho.D1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
MURO IZQUIERDO	Grieta.I1	3.00	0.50	15.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Grieta.I2	3.00	0.50	21.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Moho.I1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	
FONDO DEL CANAL	Grieta.FC1	3.00	0.90	10.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Grieta.FC2	3.00	0.90	15.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	Erosion.FC	4.80	0.22	.....	.....	.....	5.0	.....	.....	.....	

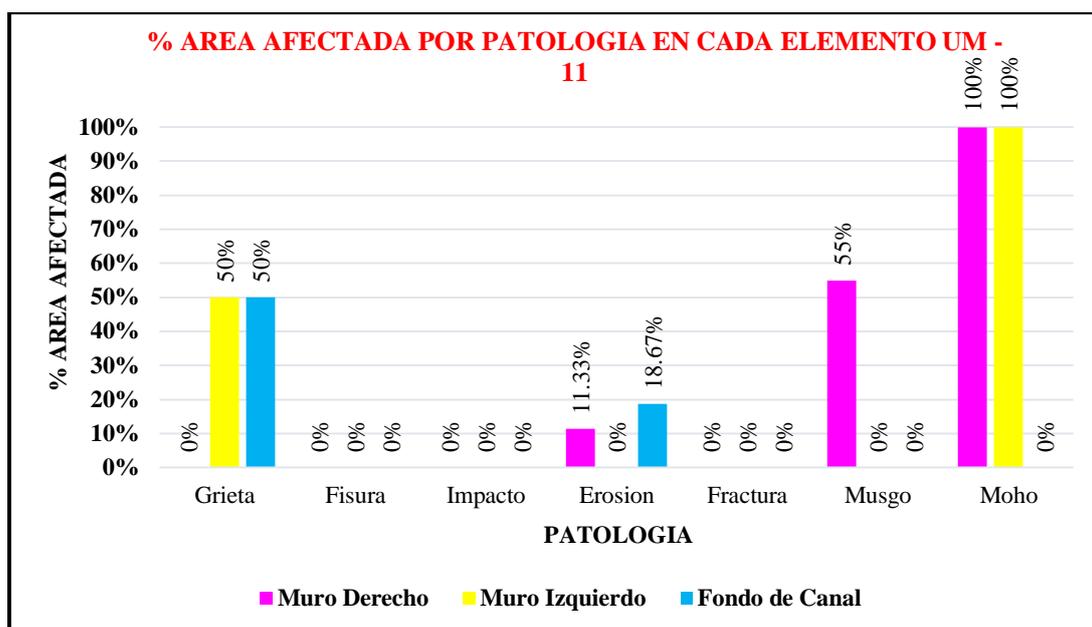
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 22. Evaluación de la unidad muestral 11.

	FICHA TECNICA DE EVALUACION										UM - 11						
	Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019																
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ					Mgrt. VICTOR HUGO CANTU PRADO												
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 577			Al Km: 0 + 589			AREA TOTAL: 248.40 m2			FECHA: JUNIO 2019								
Elemento	Area (m2)	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m2)	% Area Afectada	Nivel de Severidad				
			L (m)	h (m)													
MURO DERECHO	6.00	Erosion.D	6.80	0.10	.....	.....	5.33%	.....	.....	.....	0.68	11.33%	Moderado				
		Musgo.D	11.00	0.30	.....	.....	.....	.....	12.0	.....	3.30	55.00%	Moderado				
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	6.00	100.00%	Leve			
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.I1	3.00	0.50	15.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	50.00%	Severo				
		Grieta.I2	3.00	0.50	21.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50						
		Moho.I1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro	6.00	100.00%	Leve			
FONDO DE CANAL	10.80	Grieta.FC1	3.00	0.90	10.0	.....	.....	.....	.....	.....	2.70	50.00%	Severo				
		Grieta.FC2	3.00	0.90	15.0	.....	.....	.....	.....	.....	2.70						
		Erosion.FC	4.80	0.42	.....	.....	.....	5.0%	.....	.....	.....	2.02	18.67%	Leve			
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																	
Elemento	Area (m2)	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m2)	Total (%)	
			m2	%	m2	%			m2	%	m2	%	m2	%			
MURO DERECHO	6.00	Erosion=11.33%	6.00	100.00	0.00	0.00	M	Grieta	0.00	0.0	3.00	50.0	5.40	50.0	8.40	36.84	
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 50%	6.00	100.00	0.00	0.00	S	Fisura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
FONDO DE CANAL	10.80	Grieta = 50%	6.66	61.67	4.14	38.33	S	Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
U.M TOTAL	22.80	Grieta	18.66	81.84	4.14	18.16	S	Erosion	0.68	11.33	0.00	0.00	2.02	18.67	2.70	11.82	
								Fractura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Musgo	3.30	55.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	14.47	
Moho	6.00	100.0	6.00	100.0	0.00	0.00	12.00	52.63									
RESUMEN DE EVALUACION																	
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO		26.32%		0.00%		Nivel Severidad	Area Afectada		Patologia		Ubicación					
	MURO IZQUIERDO		26.32%		0.00%		SEVERO	36.84%		GRIETA		MURO IZQUIERDO Y FONDO DE CANAL					
	FONDO DE CANAL		29.21%		18.16%												

Fuente: Elaboración propia; 2019.

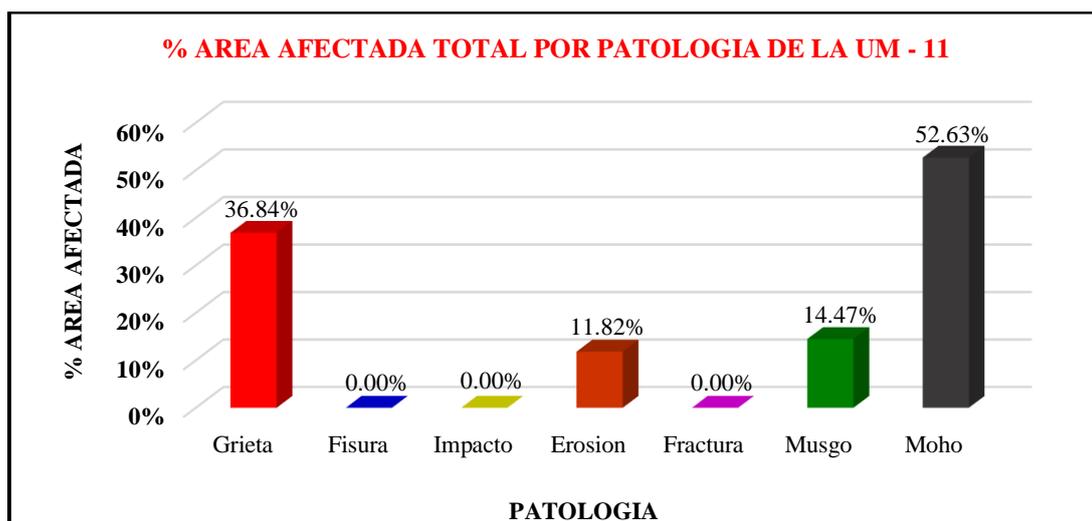
Grafica 41. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 11.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 100%, seguido de musgo con 55%, erosión con 11.33% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 100%, seguido de grieta con 50% y el resto con 0%; **fondo del canal** la patología con mayor incidencia de área afectada es grieta con 50%, erosión con 18.67% y el resto con 0%.

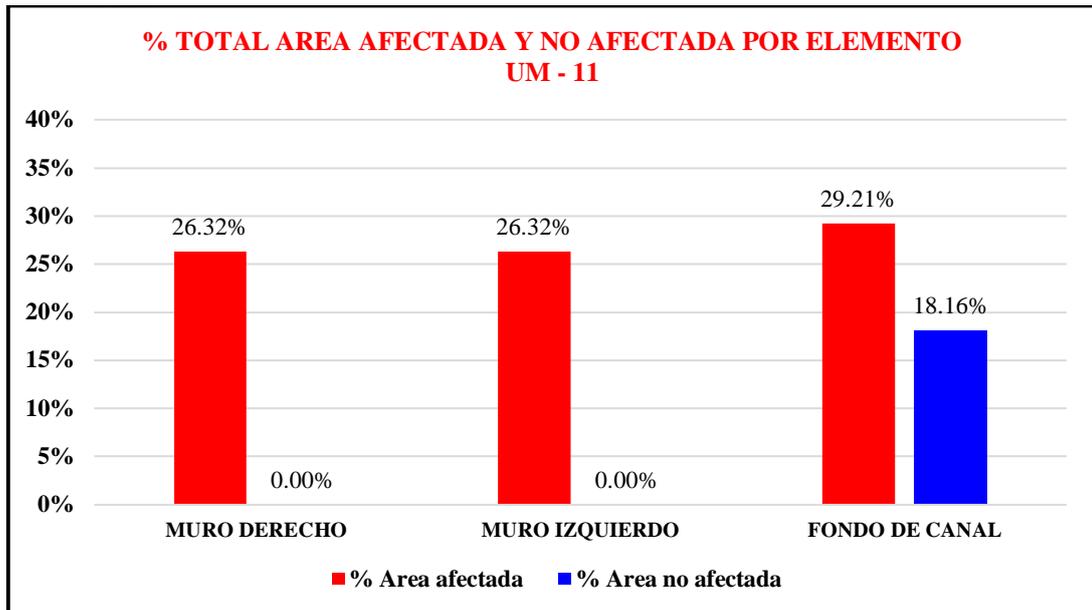
Grafica 42. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 11.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 52.63%, erosión con 36.84%, musgo con 14.47%, erosión con 11.82% y el resto con 0 %.

Grafica 43. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 11.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 26.32% de área afectada por patologías y 0.00% de área no afectada, **muro izquierdo** el 26.32% de área afectada y 0.00% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 29.21% de área afectada y 18.16% de área no afectada.

Grafica 44. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 11.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 22.80 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 81.84%, con un área total equivalente a 18.66 m<sup>2</sup>; mientras que el 18.16% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a 4.14 m<sup>2</sup>.

# **UNIDAD MUESTRAL 12**

Progresiva 0 + 589 km a 0 + 601 km

Tabla 23. Resumen de recolección de datos de la unidad muestral 12.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS																	
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019										UM - 12							
DATOS GENERALES				PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL			ELEMENTO DEL CANAL							
EVALUADORA:	JANETH MANESA ALVA RAMIREZ			Grietas	= g		Tipo de canal = Canal Rectangular			MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m <sup>2</sup>							
ASESOR:	Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO			Fisuras	= f		Base del canal (b) = 0.90 m			MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m <sup>2</sup>							
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH			Impacto	= i		Altura del canal (H) = 0.50 m			FONDO DEL CANAL (F.C) = 10.80 m <sup>2</sup>							
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS			Erosion	= e		Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m			A. TOTAL DE LA U.M = 22.80 m <sup>2</sup>							
USO:	CANAL DE REGADIO			Fractura	= t		Longitud de la U.M = 12 m			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Paño 1 = P1</td> <td>Paño 3 = P3</td> </tr> <tr> <td>Paño 2 = P2</td> <td>Paño 4 = P4</td> </tr> </tbody> </table>		DATOS		Paño 1 = P1	Paño 3 = P3	Paño 2 = P2	Paño 4 = P4
DATOS																	
Paño 1 = P1	Paño 3 = P3																
Paño 2 = P2	Paño 4 = P4																
PROGRESIVA:	Del Km: 0 + 589		Al Km: 0 + 601	Musgo	= m		Inclinacion de talud (Z) = 0.00										
FECHA:	11 de Junio del 2019			Moho	= h		N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS										
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL				REPRESENTACION GRAFICA													
<b>NOTA:</b> "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erosionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.																	
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA						
		L (m)	h (m)														
MURO DERECHO	Musgo.D	10.50	0.30	.....	.....	.....	.....	.....	12.0	.....							
	Moho.D.1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro							
MURO IZQUIERDO	Grieta.II	3.00	0.50	40.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....							
	Fractura.I	3.00	0.50	.....	.....	.....	.....	50.0	.....	.....							
FONDO DEL CANAL	Moho.II,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Negro							
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....							

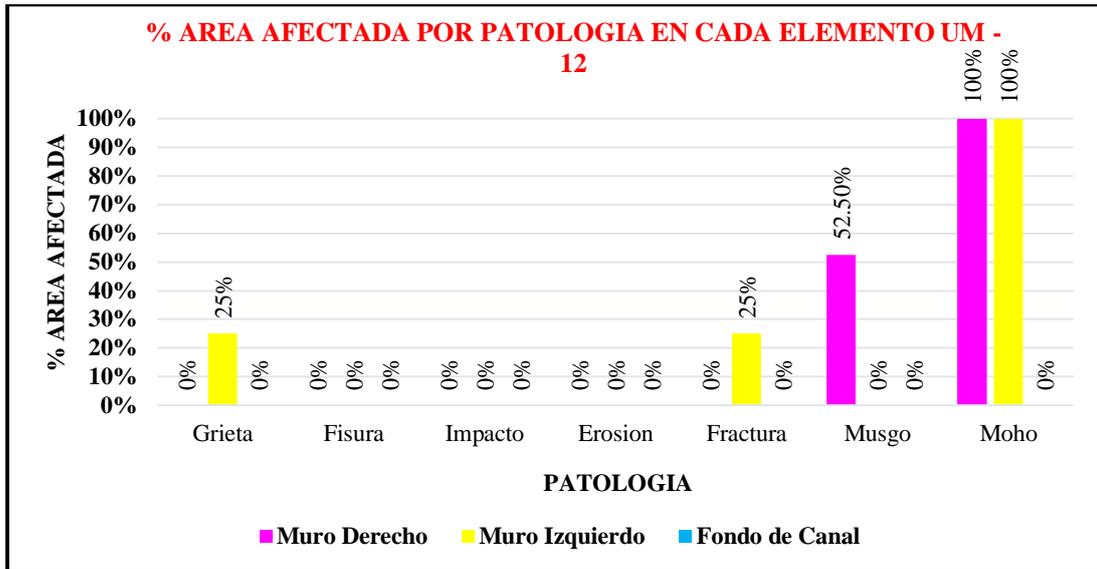
Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 24. Evaluación de la unidad muestral 12.

	FICHA TECNICA DE EVALUACION										UM - 12					
	Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019															
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ					Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO											
PROGRESIVA: Del Km: 0 + 589		Al Km: 0 + 601			AREA TOTAL: 248.40 m2				FECHA: JUNIO 2019							
Elemento	Area (m2)	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada	% Area Afectada	Nivel de Severidad			
			L (m)	h (m)												
MURO DERECHO	6.00	Musgo.D	10.50	0.30	.....	.....	.....	.....	12.0	.....	3.15	52.50%	Moderado			
		Moho.D1,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	6.00	100.00%	Leve			
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta.II	3.00	0.50	40.0	.....	.....	.....	.....	.....	1.50	25.00%	Severo			
		Fractura.I	3.00	0.50	.....	.....	.....	50.0	.....	.....	1.50	25.00%	Severo			
		Moho.II,2,3,4	12.00	0.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	6.00	100.00%	Leve			
FONDO DE CANAL	10.80	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....			
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....			
<b>FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA</b>																
Elemento	Area (m2)	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m2)	Total (%)
			m2	%	m2	%			m2	%	m2	%	m2	%		
MURO DERECHO	6.00	Musgo=52.50%	6.00	100.00	0.00	0.00	M	Grieta	0.00	0.0	1.50	25.0	0.00	0.0	1.50	6.58
								Fisura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MURO IZQUIERDO	6.00	Grieta = 25% Fractura = 25%	6.00	100.00	0.00	0.00	S	Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								Erosion	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FONDO DE CANAL	10.80	.....	0.00	0.00	10.80	100.00	Ninguna	Fractura	0.00	0.00	1.50	25.00	0.00	0.00	1.50	6.58
								Musgo	3.15	52.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.15	13.82
<b>U.M TOTAL</b>	<b>22.80</b>	<b>Grieta y Fractura</b>	<b>12.00</b>	<b>52.63</b>	<b>10.80</b>	<b>47.37</b>	<b>S</b>	<b>Moho</b>	<b>6.00</b>	<b>100.0</b>	<b>6.00</b>	<b>100.0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>12.00</b>	<b>52.63</b>
<b>RESUMEN DE EVALUACION</b>																
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO		26.32%	0.00%	Nivel Severidad		SEVERO	Area Afectada		13.16%	Patologia		MURO IZQUIERDO			
	MURO IZQUIERDO		26.32%	0.00%	GRIETA = 6.58%											
	FONDO DE CANAL		0.00%	47.37%	FRACTURA = 6.58%											

Fuente: Elaboración propia; 2019.

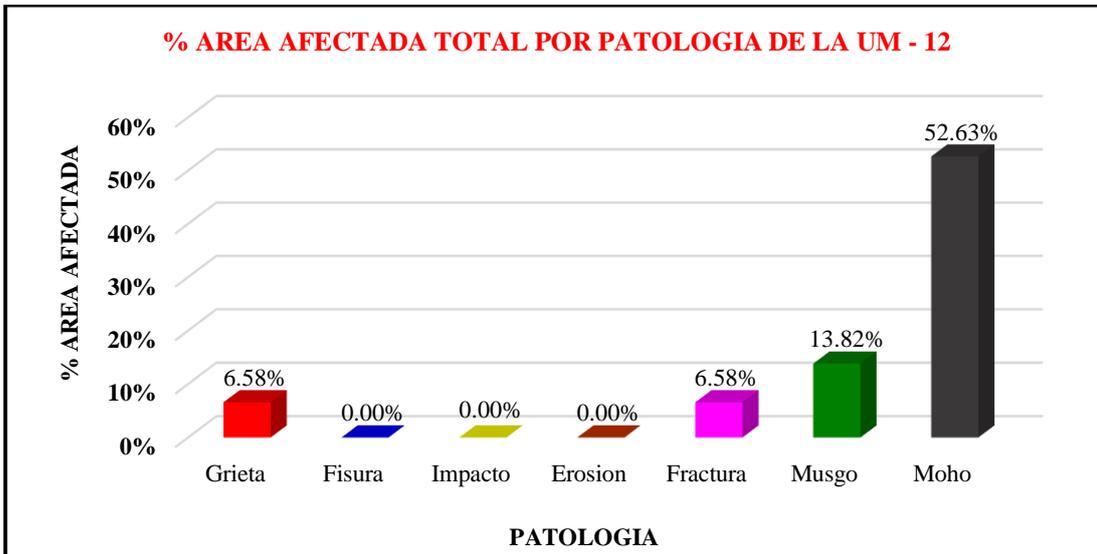
Grafica 45. Incidencia de patologías en cada elemento de la unidad muestral 12.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra en el **muro derecho**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 100%, seguido de musgo con 52.50% y el resto con 0%; **muro izquierdo**: la patología con mayor incidencia de área afectada es moho con 100%, seguido de grieta con 25%, fractura con 25% y el resto con 0%; **fondo del canal** no hay patologías que afectan, toda la patología es 0%.

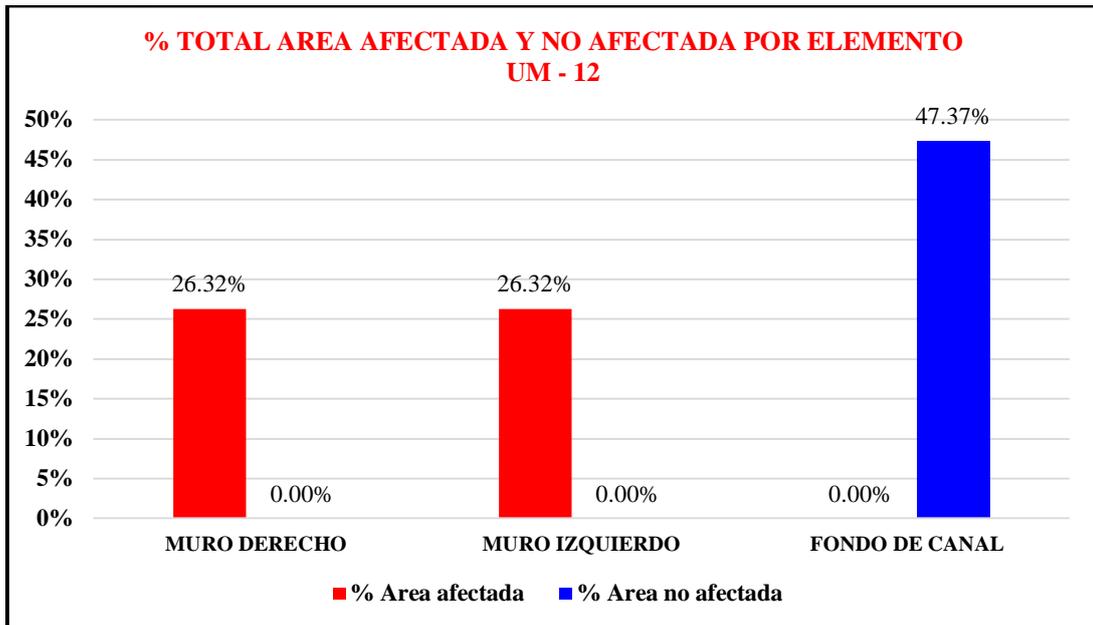
Grafica 46. Incidencia total de área afectada por patologías en la unidad muestral 12.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra patologías con mayor incidencia de área afectada en toda la unidad muestral: moho con 52.63%, musgo con 13.82%, grieta con 6.58%, fractura con 6.58% y el resto con 0 %.

Grafica 47. Porcentaje total de área afectada y no afectada en cada elemento de la unidad muestral 12.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total para **muro derecho** el 26.32% de área afectada por patologías y 0.00% de área no afectada, **muro izquierdo** el 26.32% de área afectada y 0.00% de área no afectada y en el **fondo del canal** el 47.37% de área afectada y 0.00% de área no afectada.

Grafica 48. Porcentaje total de área afectada y no afectada de la unidad muestral 12.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La unidad muestral tiene un área de 22.80 m<sup>2</sup>, la cual representa al 100%. El total de área afectada por patologías representa el 52.63%, con un área total equivalente a 12.00 m<sup>2</sup>; mientras que el 47.37% no es afectado por patologías, con un área total equivalente a m<sup>2</sup> 10.80 m<sup>2</sup>.

**DETERMINACION DE LOS  
CAUDALES Y LA  
EFICIENCIA DE  
CONDUCCION**

Tabla 25. Determinación de caudales de entrada y salida.

CALCULO DE CAUDALES DE ENTRADA Y SALIDA																				
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019																				
DATOS PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD Y EL CAUDAL:																				
$V = \frac{\text{Distancia del tramo (m)}}{\text{Tiempo recorrido (s)}} \dots\dots\dots(\text{Ec 01})$						Donde:		$Q = Fc * V * Am \dots\dots\dots (\text{Ec 02})$				<p>V = Velocidad en m/s.                      h = Tirante de agua, en m.                  Q = Caudal, en (l/s).                      b = Ancho del canal, en m.                  Qe = Caudal de entrada, en l/s.        At = Area transversal, en m2.                  Qs = Caudal de salida, en l/s.        Fc = Factor de correccion, 0.85.</p>								
UNIDADES MUES TRALES	CAUDAL ENTRADA										CAUDAL DE SALIDA									
	TIEMPO INICIO				Distancia tramo (m)	Velocidad (m/s)	Area transversal			Qe (l/s)	TIEMPO FINAL				Distancia tramo (m)	Velocidad (m/s)	Area transversal			Qs (l/s)
	T1	T2	T3	Tprom.			h (m)	b (m)	At (m2)		T1	T2	T3	Tprom.			h (m)	b (m)	At (m2)	
U.M - 01	8.05	7.55	7.70	7.77	10.00	1.29	0.045	0.60	0.027	29.549	7.77	7.33	7.55	7.55	10.00	1.32	0.042	0.60	0.025	28.371
U.M - 02	6.00	6.15	5.86	6.00	10.00	1.67	0.041	0.60	0.025	34.831	6.03	5.78	5.85	5.89	10.00	1.70	0.039	0.60	0.023	33.788
U.M - 03	7.55	7.46	7.35	7.14	10.00	1.40	0.038	0.60	0.023	27.143	7.03	6.68	6.62	6.78	10.00	1.48	0.035	0.60	0.021	26.340
U.M - 04	6.34	6.39	6.48	6.40	10.00	1.56	0.043	0.60	0.026	34.248	6.30	6.45	6.24	6.33	10.00	1.58	0.040	0.60	0.024	32.227
U.M - 05	8.70	8.95	8.70	8.78	10.00	1.14	0.050	0.60	0.030	29.032	8.11	8.88	9.05	8.68	10.00	1.15	0.048	0.60	0.029	28.203
U.M - 06	9.32	9.04	9.10	9.15	10.00	1.09	0.055	0.60	0.033	30.645	9.55	9.02	9.11	9.23	10.00	1.08	0.053	0.60	0.032	29.296
U.M - 07	11.55	11.08	11.70	11.44	10.00	0.87	0.067	0.60	0.040	29.860	11.33	11.02	10.95	11.10	10.00	0.90	0.058	0.60	0.035	26.649
U.M - 08	11.23	10.89	11.37	11.16	10.00	0.90	0.060	0.90	0.054	41.12	12.06	11.67	11.76	11.83	10.00	0.85	0.056	0.90	0.050	36.213
U.M - 09	12.06	11.67	11.76	11.83	10.00	0.85	0.056	0.900	0.050	36.213	14.09	14.42	13.97	14.16	10.00	0.71	0.052	0.90	0.047	28.093
U.M - 10	14.09	14.42	13.97	14.16	10.00	0.71	0.052	0.90	0.047	28.093	14.54	14.66	14.87	14.69	10.00	0.68	0.049	0.90	0.044	25.517
U.M - 11	18.94	18.55	18.63	18.71	10.00	0.53	0.064	0.90	0.058	26.172	19.89	19.21	19.33	19.48	10.00	0.51	0.062	0.90	0.056	24.352
U.M - 12	19.89	19.21	19.33	19.48	10.00	0.51	0.06	0.90	0.056	24.352	21.33	21.76	20.77	21.29	10.00	0.47	0.057	0.90	0.051	20.485

Fuente: Elaboración propia; 2019.

Tabla 26. Determinación de la eficiencia de conducción.

DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCION						
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019						
$Efc = \frac{\text{Caudal que llega al final del canal principal} + \sum \text{Caudales de distribución}}{\text{Caudal de agua que entra al canal principal}} \times 100$ <p>Donde: Efc : Eficiencia de conducción.  <math>\sum</math> Caudales de distribución, se asume cero porque las compuertas se encuentran cerradas.</p>					Calificación de la Condición de servicio	
					Calificación	Parametros
					BUENO	Efc): próximas al 95%
					REGULAR	(Efc): menores a 95% hasta 60%
DEFICIENTE	(Efc): menores a 60%.					
UNIDADES MUESTRALES	PROGRESIVA (KM)	CAUDAL ENTRADA (l/s)	CAUDAL SALIDA (l/s)	PERDIDA (l/s)	EFICIENCIA DE CONDUCCION %	DESCRIPCION DE FUNCIONABILIDAD
U.M - 01	0+015 - 0+027	29.549	28.371	1.178	96.01%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta, patologia ubicado en el muro izquierdo y derecho, con nivel de severidad Moderado.
U.M - 02	0+043 - 0+055	34.831	33.788	1.042	97.01%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta, patologia ubicado en el muro izquierdo y derecho, con nivel de severidad Moderado.
U.M - 03	0+100 - 0+112	27.143	26.340	0.802	97.04%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta, patologia ubicado en el muro izquierdo , con nivel de severidad Moderado.
U.M - 04	0+169 - 0+181	34.248	32.227	2.020	94.10%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta, patologia ubicado en el muro izquierdo, derecho y fondo de canal, con nivel de severidad Severo.
U.M - 05	0+193 - 0+205	29.032	28.203	0.829	97.14%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta, patologia ubicado en el muro izquierdo y fondo de canal, con nivel de severidad Severo.
U.M - 06	0+277 - 0+289	30.645	29.296	1.349	95.60%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta, patologia ubicado en el muro izquierdo, derecho y fondo de canal, con nivel de severidad Severo.
U.M - 07	0+469 - 0+481	29.860	26.649	3.212	89.24%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta, patologia ubicado en el muro izquierdo y derecho, con nivel de severidad Moderado.
U.M - 08	0+523 - 0+535	41.117	36.213	4.904	88.07%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta, patologia ubicado en el muro izquierdo y fondo de canal, con nivel de severidad Severo.
U.M - 09	0+535 - 0+547	36.213	28.093	8.120	77.58%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta y fractura, patologias ubicado en el muro izquierdo y fondo de canal, con nivel de severidad Severo.
U.M - 10	0+547 - 0+559	28.093	25.517	2.576	90.83%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta y fractura, patologias ubicado en el muro izquierdo y fondo de canal, con nivel de severidad Severo.
U.M - 11	0+577 - 0+589	26.172	24.352	1.820	93.05%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta, patologia ubicado en el muro izquierdo y fondo de canal, con nivel de severidad Severo.
U.M - 12	0+589 - 0+601	24.352	20.485	3.868	84.12%	Existe perdida por infiltracion durante la conduccion, a traves de la grieta y fractura, patologias ubicado en el muro izquierdo, con nivel de severidad Severo.
<b>TOTAL</b>				<b>31.721</b>	<b>91.65%</b>	<b>La eficiencia de conduccion es: 91.65%</b>

Fuente: Elaboración propia; 2019.

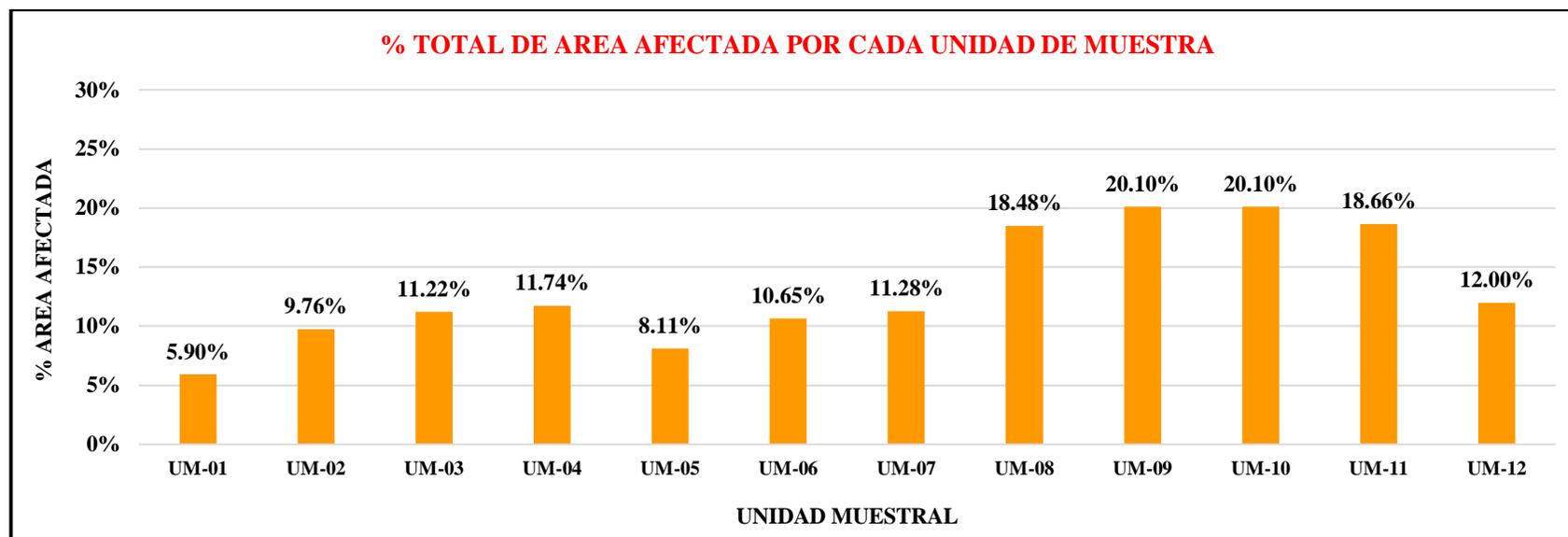
# **RESUMEN DE EVALUACION**

Tabla 27. Porcentaje de área afectada y no afectada de toda la unidad de muestra evaluada.

ELEMENTO DEL CANAL	AREA TOTAL	AREA AFECTADA DE CADA UNIDAD MUESTRAL (m2)													AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
		UM-01	UM-02	UM-03	UM-04	UM-05	UM-06	UM-07	UM-08	UM-09	UM-10	UM-11	UM-12	TOTAL (m2)		
MURO DERECHO	72.00	2.85	5.11	5.65	5.73	3.01	4.20	5.28	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	61.83	85.88	14.13
MURO IZQUIERDO	72.00	3.05	4.65	5.57	4.21	3.30	4.65	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	61.43	85.32	14.68
FONDO DE CANAL	104.40	0.00	0.00	0.00	1.80	1.80	1.80	0.00	6.48	8.10	8.10	6.66	0.00	34.74	33.28	66.72
<b>TOTAL</b>	<b>248.40</b>	<b>5.90</b>	<b>9.76</b>	<b>11.22</b>	<b>11.74</b>	<b>8.11</b>	<b>10.65</b>	<b>11.28</b>	<b>18.48</b>	<b>20.10</b>	<b>20.10</b>	<b>18.66</b>	<b>12.00</b>	<b>158.00</b>	<b>63.61</b>	<b>36.39</b>

Fuente: Elaboración propia; 2019.

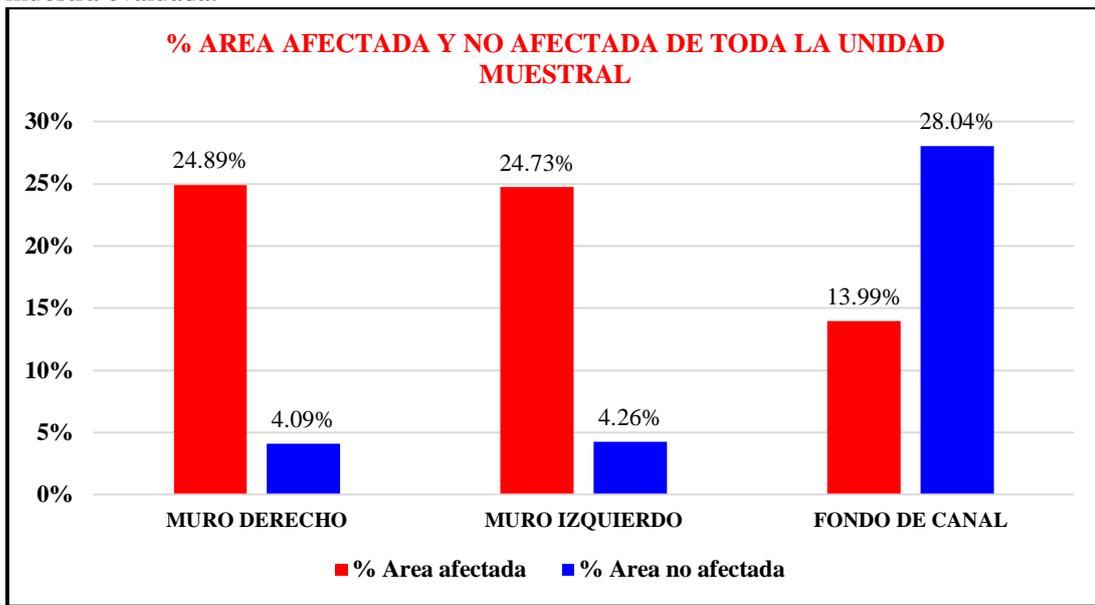
Grafica 49. Resumen de % área afectada en cada unidad muestral.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra todas las unidades muestrales de evaluación; las cuales indica que la unidad muestral con mayor porcentaje de área afectada por patologías como: grieta, fisura, impacto, erosión, fractura, musgo y moho es la unidad muestral 09 y 10 con porcentajes iguales de 20,10%, seguido la unidad muestral 11 con 18.66% y unidad muestral 08 con 18.48%. La unidad que muestra menor cantidad de área afectada por las patologías es la unidad muestral 01 con 5.90%.

*Grafica 50.* Porcentaje de área afectada y no afectada por elemento de toda la unidad de muestra evaluada.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra el total de área afectada y no afectada por patologías del concreto en cada elemento del canal de las 12 unidades muestrales, la cual indica: **muro derecho** con área afectada de 24.89%, equivalente a 61.83 m<sup>2</sup> y área no afectada de 4.09%, equivalente a 10.17 m<sup>2</sup>; **muro izquierdo** con área afectada de 24.73%, equivalente a 61.43 m<sup>2</sup> y área no afectada de 4.26%, equivalente a 10.57 m<sup>2</sup>; **fondo de canal** con área afectada de 13.99%, equivalente a 34.74 m<sup>2</sup> y área no afectada de 28.04%, equivalente a 69.66 m<sup>2</sup>. Se evidencia que el elemento que presenta mayor porcentaje de área afectada es el muro derecho con patologías como: grieta, fisura, impacto, erosión, musgo y moho; de igual forma para el muro izquierdo. Las patologías que afectada el fondo de canal: son grieta y erosión.

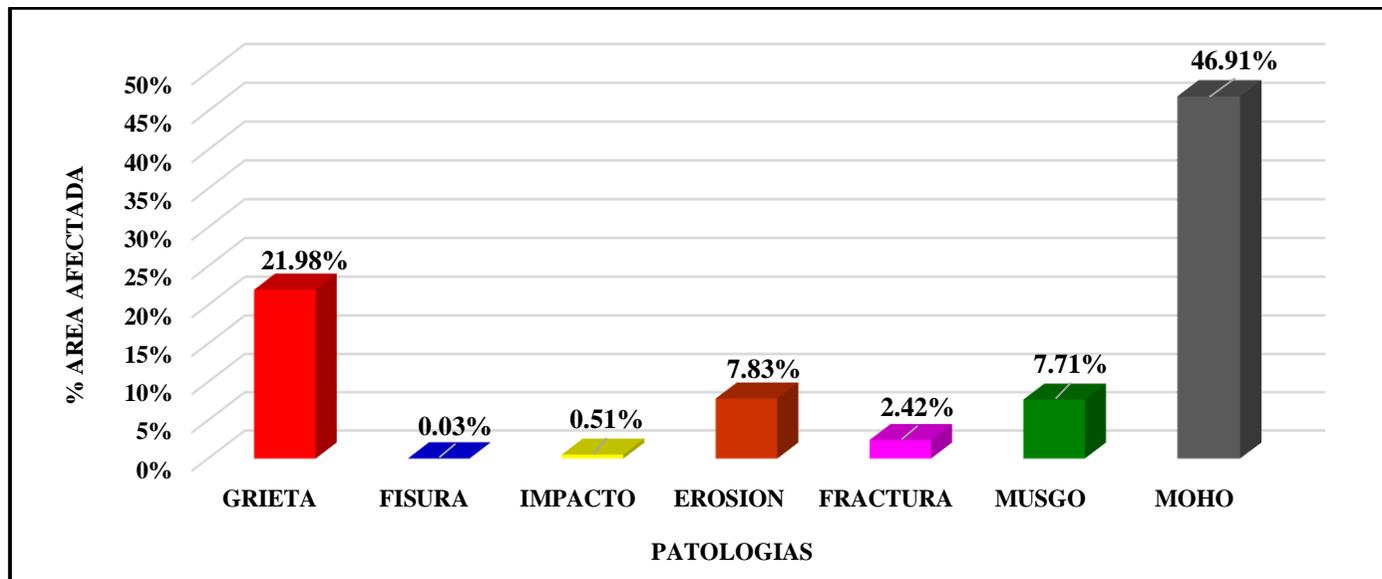
**Nota:** Para la tabulación de la siguiente grafica se empleó la tabla 27 (*Porcentaje de área afectada y no afectada de toda la unidad de muestra evaluada*).

Tabla 28. Porcentaje de área afectada por patología de toda la unidad de muestra evaluada.

PATOLOGIAS	AREA AFECTADA DE CADA UNIDAD MUESTRAL (m2)												AREA DE MUESTRA (m2)	AREA AFECTADA (%)	
	UM-01	UM-02	UM-03	UM-04	UM-05	UM-06	UM-07	UM-08	UM-09	UM-10	UM-11	UM-12			TOTAL (m2)
<b>GRIETA</b>	3.00	3.00	1.50	4.80	3.30	4.80	6.00	4.20	11.10	3.00	8.40	1.50	<b>54.60</b>	248.40	<b>21.98</b>
<b>FISURA</b>	0.03	0.01	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.08</b>	248.40	<b>0.03</b>
<b>IMPACTO</b>	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17	0.00	0.00	0.00	<b>1.27</b>	248.40	<b>0.51</b>
<b>EROSION</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32	4.34	8.10	2.70	0.00	<b>19.46</b>	248.40	<b>7.83</b>
<b>FRACTURA</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	3.00	0.00	1.50	<b>6.00</b>	248.40	<b>2.42</b>
<b>MUSGO</b>	0.00	0.00	2.40	0.31	0.72	0.08	0.36	2.64	2.64	3.54	3.30	3.15	<b>19.14</b>	248.40	<b>7.71</b>
<b>MOHO</b>	3.84	9.00	11.04	9.24	5.40	7.80	10.20	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	<b>116.52</b>	248.40	<b>46.91</b>

Fuente: Elaboración propia; 2019.

Grafica 51. Porcentaje de área afectada por patologías identificadas en toda la unidad de muestra evaluada.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra valores totales en toda la unidad muestral analizada. Las patologías presentan porcentaje de área afectada: moho con 46.91% y grieta con 21.98%, seguidas de erosión con 7.83%, musgo con 7.71%, fractura con 2.42%, impacto con 0.51%, fisura con 0.03%. Las patologías que presentan mayor porcentaje de afectación son: moho y grieta haciendo el análisis se indica que la patología que ocasiona mayor daño a la estructura del canal es la grieta.

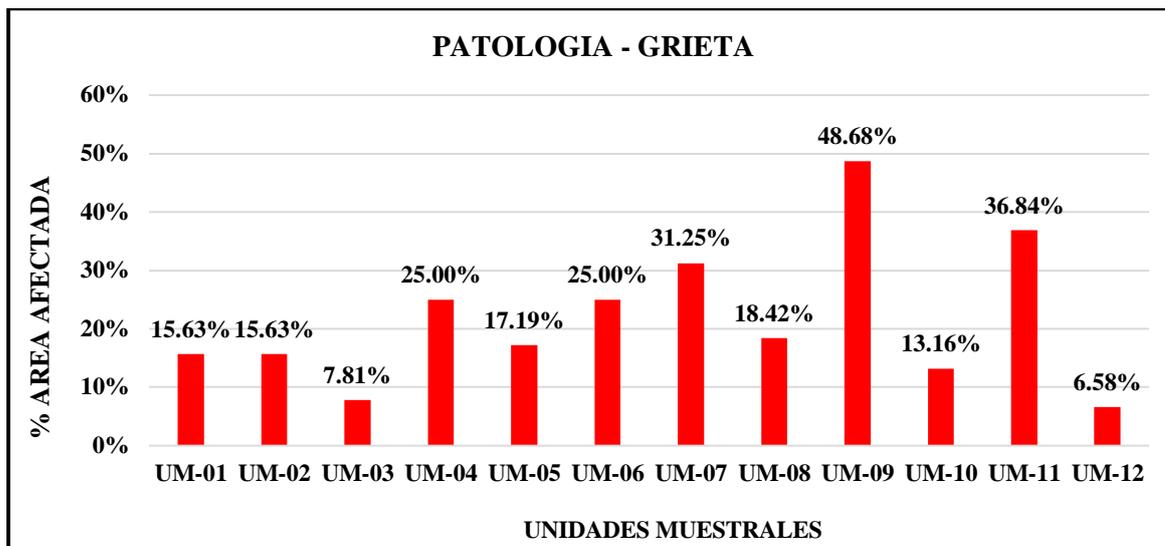
*Tabla 29.* Resumen de patología de toda la unidad de muestra evaluada.

PATOLOGIAS	AREA AFECTADA DE CADA UNIDAD MUESTRAL (%)											
	UM-01	UM-02	UM-03	UM-04	UM-05	UM-06	UM-07	UM-08	UM-09	UM-10	UM-11	UM-12
GRIETA	15.63%	15.63%	7.81%	25.00%	17.19%	25.00%	31.25%	18.42%	48.68%	13.16%	36.84%	6.58%
FISURA	0.16%	0.05%	0%	0.16%	0.05%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
IMPACTO	0%	0%	0.52%	0%	0%	0%	0%	0%	5.13%	0%	0%	0%
EROSION	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18.95%	19.04%	35.53%	11.84%	0%
FRACTURA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6.58%	13.16%	0%	6.58%
MUSGO	0%	0%	12.50%	1.61%	3.75%	0.42%	1.88%	11.58%	11.58%	15.53%	14.47%	13.82%
MOHO	20.00%	46.88%	57.50%	48.13%	28.13%	40.63%	53.13%	52.63%	52.63%	52.63%	52.63%	52.63%

Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Nota:** Los siguientes gráficos, se tomaran de la Tabla 29 (*Resumen de patología de toda la unidad de muestra evaluada*)

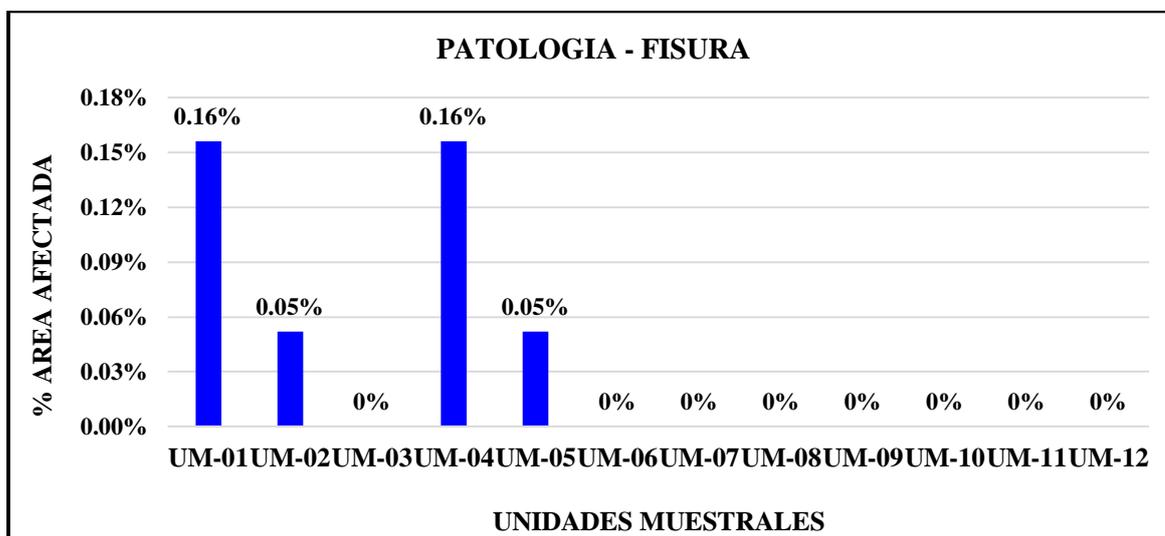
Grafica 52. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología grieta.



Fuente Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** El grafico muestra el porcentaje de área afectada de la patología grieta, donde la unidad muestral 09 presenta el mayor porcentaje de área afectada de 48.68%, seguidos de la unidad muestral 11 con 36.84%, la unidad muestral 07 con 31.25% y las unidades con mínimos porcentajes de área afectada por la patología son: unidad muestral 03 con 7.81% y unidad muestral 12 con 6.58%.

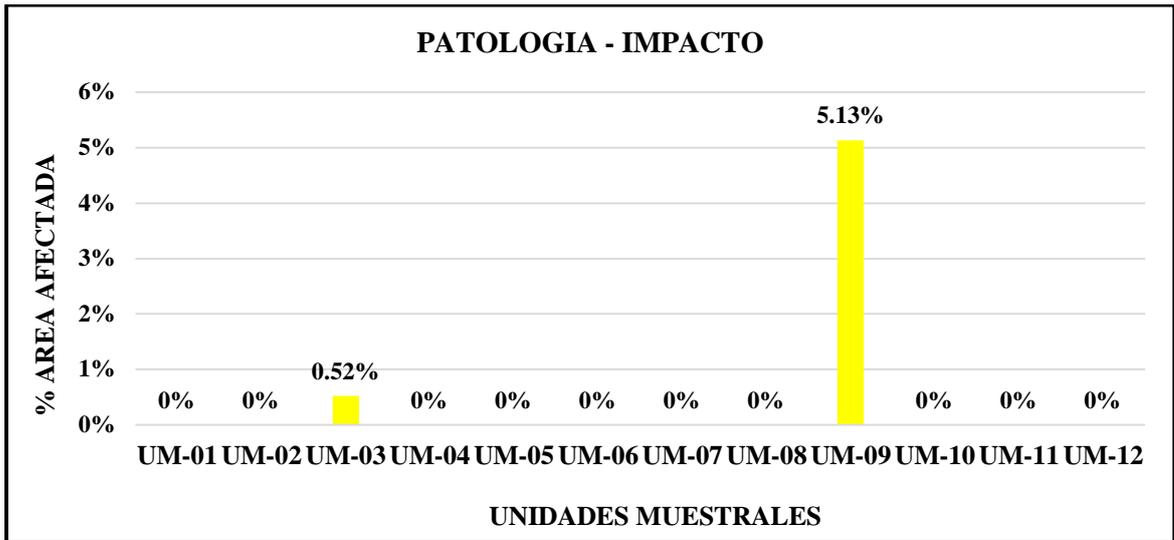
Grafica 53. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología fisura.



Fuente Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** El grafico muestra el porcentaje de área afectada de la patología fisura, donde la unidad muestral 01 y la unidad muestral 04 presentan los mayores porcentajes de área afectada con 0.16%, seguidos con porcentajes mínimos la unidad muestral 02 y la unidad muestral 05 con 0.05%.

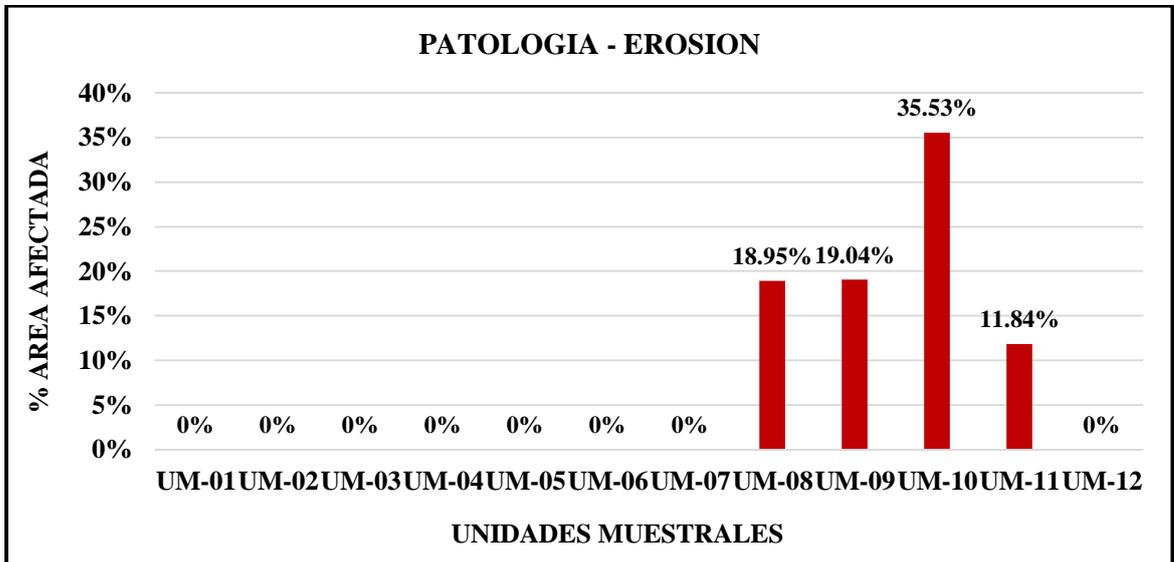
Grafica 54. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología impacto.



Fuente Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** El grafico muestra el porcentaje de área afectada de la patología impacto, donde la unidad muestral 09 presenta el mayor porcentaje de área afectada con 5.13%, seguido con porcentaje mínimo la unidad muestral 03 con 0.52%.

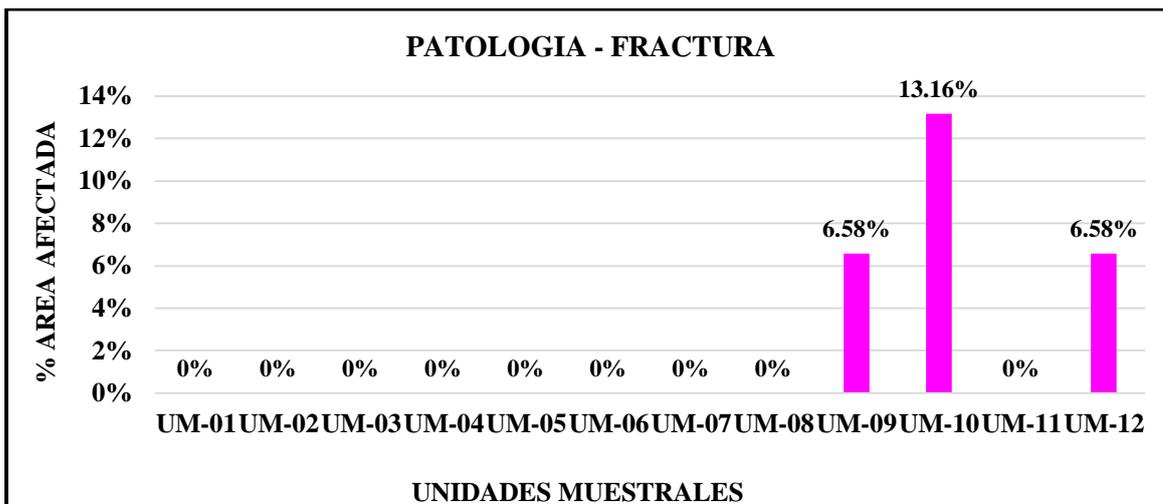
Grafica 55. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología erosión.



Fuente Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** El grafico muestra el porcentaje de área afectada de la patología erosión, donde la unidad muestral 10 presenta el mayor porcentaje de área afectada con 35.53%, seguidos la unidad muestral 09 con 19.04%, la unidad muestral 08 con 18.95% y el más bajo presenta la unidad muestral 11 con 11.84%.

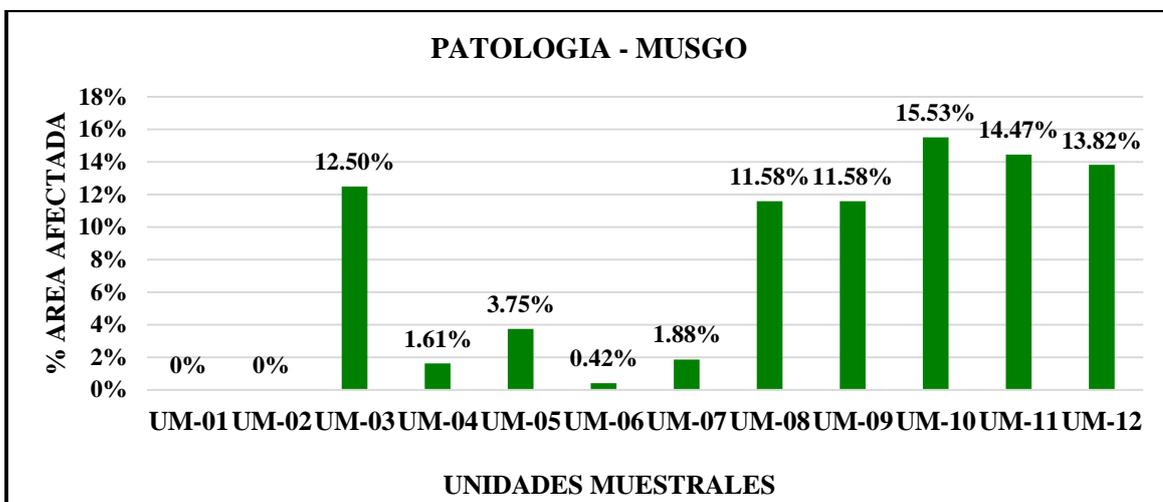
Grafica 56. Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología fractura.



Fuente Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** El grafico muestra el porcentaje de área afectada de la patología fractura, donde la unidad muestral 10 presenta el mayor porcentaje de área afectada con 13.16%, seguidos de la unidad muestral 09 y la unidad muestral 12 con 6.58%.

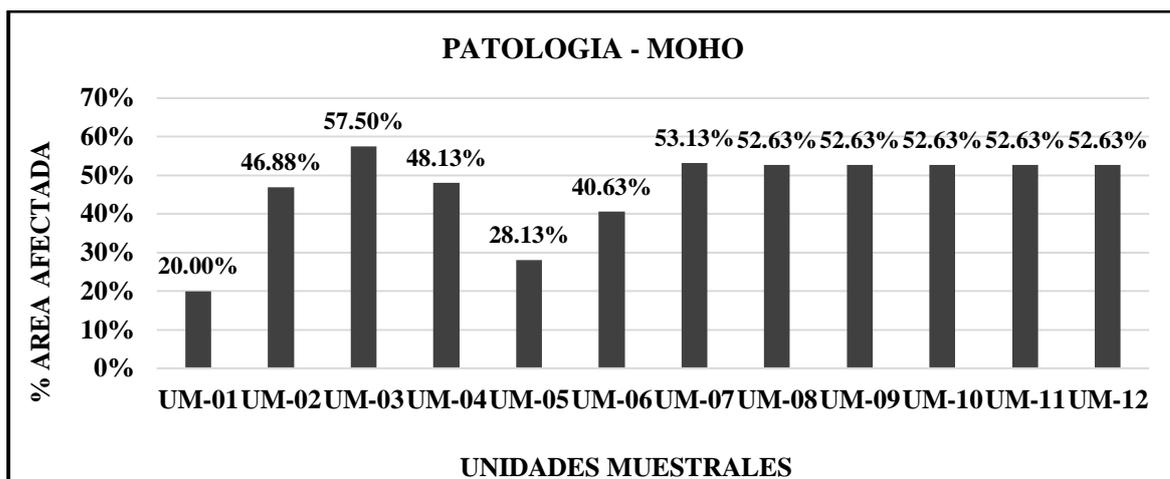
*Grafica 57.* Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología musgo.



Fuente Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** El grafico muestra el porcentaje de área afectada de la patología musgo, donde la unidad muestral 10 presenta el mayor porcentaje de área afectada de 15.53%, seguidos de la unidad muestral 11 con 14.47%, la unidad muestral 12 con 13.82% y las unidades con mínimos porcentajes de área afectada por la patología son: la unidad muestral 07 con 1.88%, la unidad muestral 05 con 1.61% y la unidad muestral 06 con 0.42%.

*Grafica 58.* Porcentaje de área afectada por unidad muestral de la patología moho.



Fuente Elaboración propia; 2019.

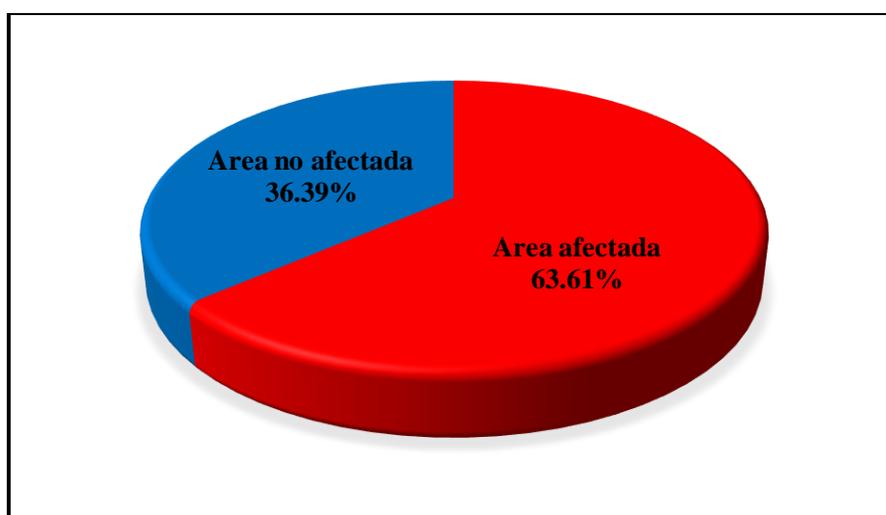
**Interpretación:** El grafico muestra el porcentaje de área afectada de la patología moho, donde la unidad muestral 03 presenta el mayor porcentaje de área afectada de 57.50%, seguidos de la unidad muestral 07 con 53.13%, las unidades muestrales 08, 09, 10, 11, 12 con 52.63% y las unidades muestrales con porcentajes más bajos son: la unidad muestral 05 con 28.13% y unidad muestral 01 con 20%.

Tabla 30. Resultado general de toda la muestra analizada.

TRAMO TOTAL DE MUESTRA	N° DE UNIDAD MUESTRAL	AREA TOTAL MUESTRAL (m2)	AREA TOTAL AFECTADA		AREA TOTAL NO AFECTADA	
			m2	%	m2	%
0+000 - 1+020	12 UM	248.40	158.00	63.61	90.40	36.39

Fuente: Elaboración propia; 2019.

Grafica 59. Resultado general de toda la muestra analizada.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

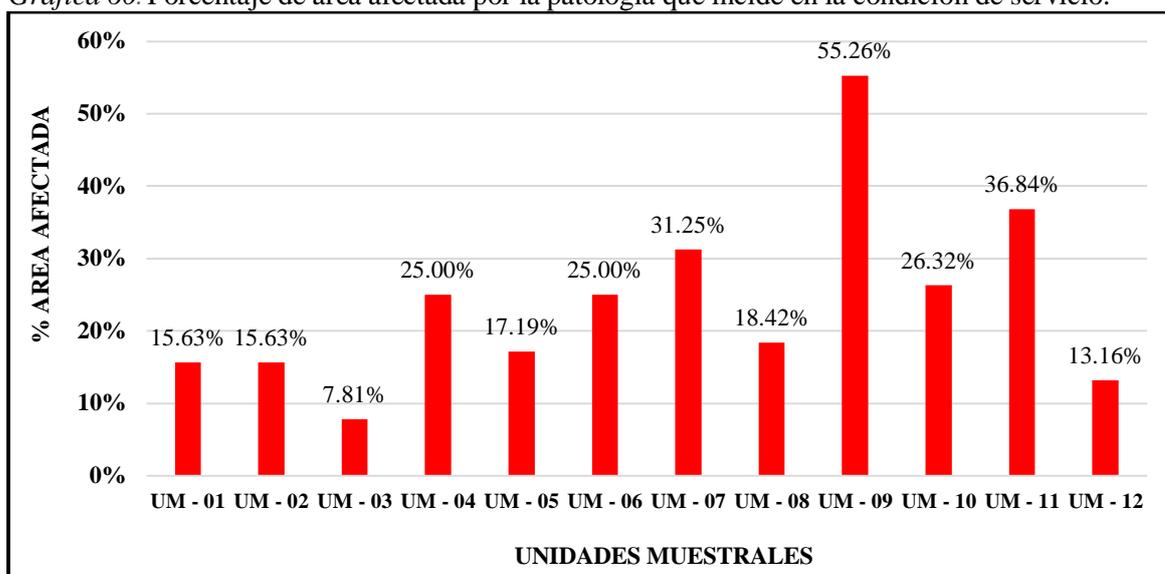
**Interpretación:** La grafica muestra toda la unidad de muestra evaluada, el area afectada por patologias muestra el 63.61%, equivalente a 158 m<sup>2</sup>; el area sin patologia muestra el 36.39%, equivalente a 90.40 m<sup>2</sup> del area total de 248.40 m<sup>2</sup> de las 12 unidades muestrales al 100%, considerando las patologias con mayor daño estructural a la grieta, y en minimos porcentajes la erosion y la fractura y las patologias que con mayor daño superficial el moho y el musgo; y en minimos porcentajes impacto, fisura.

*Tabla 31.* Patologías con mayor incidencia y nivel de severidad analizada en cada unidad muestral.

UNIDAD MUESTRAL	PROGRESIVA	AREA DE LA UNIDAD MUESTRAL (m2)	% AREA AFECTADA	PATOLOGIA PREDOMINANTE	UBICACIÓN	NIVEL DE SEVERIDAD
UM - 01	0+015 - 0+027	19.20	15.63%	Grieta	Muro izquierdo y derecho	Moderado
UM - 02	0+043 - 0+055	19.20	15.63%	Grieta	Muro izquierdo y derecho	Moderado
UM - 03	0+100 - 0+112	19.20	7.81%	Grieta	Muro izquierdo	Moderado
UM - 04	0+169 - 0+181	19.20	25.00%	Grieta	Muro izquierdo, derecho y fondo de canal	Severo
UM - 05	0+193 - 0+205	19.20	17.19%	Grieta	Muro izquierdo y fondo de canal	Severo
UM - 06	0+277 - 0+289	19.20	25.00%	Grieta	Muro derecho. Izquierdo y fondo de canal	Severo
UM - 07	0+469 - 0+481	19.20	31.25%	Grieta	Muro izquierdo y derecho	Moderado
UM - 08	0+523 - 0+535	22.80	18.42%	Grieta	Muro izquierdo y fondo de canal	Severo
UM - 09	0+535 - 0+547	22.80	55.26%	Grieta y fractura	Muro izquierdo y fondo de canal	Severo
UM - 10	0+547 - 0+559	22.80	26.32%	Grieta y fractura	Muro izquierdo y derecho	Severo
UM - 11	0+577 - 0+589	22.80	36.84%	Grieta	Muro izquierdo y fondo de canal	Severo
UM - 12	0+589 - 0+601	22.80	13.16%	Grieta y fractura	Muro izquierdo	Severo
<b>PATOLOGIA CON MAYOR INCIDENCIA</b>				<b>GRIETA</b>		
<b>NIVEL DE SEVERIDAD DEL CANAL</b>				<b>SEVERO</b>		

Fuente: Elaboración propia; 2019.

Grafica 60. Porcentaje de área afectada por la patología que incide en la condición de servicio.



Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La grafica muestra que la patología GRIETA tiene mayor incidencia de área afectada en cada unidad muestral, las unidades muestrales con mayor daño estructural en casi todo los elementos del canal son: unidad muestral 09 por grieta y fractura con 55.26%, seguidas por la unidad muestral 11 por grieta con 36.84%, unidad muestral 07 por grieta con 31.25%; las demás unidades muestrales también muestran daños estructurales por grieta, pero son menores como la unidad muestral 03 con 7.81%.

Tabla 32. Determinación de la condición de Servicio.

Condición de servicio	Nivel de severidad	% Área afectada	Patología que incide	% Eficiencia conducción	Calificación
	Severo	21.98%	Grieta	91.65%	Regular

Fuente: Elaboración propia; 2019.

**Interpretación:** La tabla muestra el resultado final de todas las unidades muestrales evaluadas, indicando que la condición de servicio del canal es REGULAR, con nivel de severidad SEVERO, afectada por la patología GRIETA con 21.98%, generando perdida por infiltración por las paredes del muro y fondo de canal, teniendo una eficiencia de conducción de 91.65%, eso quiere decir que el canal no se encuentra en óptimas condiciones, al 100% para la que fue diseñada y cumplir con el servicio.

**Nota:** Para determinar la condición de servicio, los resultados son contrastadas del cuadro 13 (*Calificación de la condición de Severidad*),

## 4.2. Discusión de resultados

### Resultados en cada una de las Unidades de Muestra:

- ✓ **Unidad de Muestra 01:** El área evaluada es 19.20 m<sup>2</sup>, dando como resultado el área afectada de 5.90 m<sup>2</sup>, que equivale al 30.71% y área no afectada de 13.30 m<sup>2</sup>, que equivale al 69,29%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con 3.84 m<sup>2</sup>, que equivale al 20%, seguida de grieta con 3.00 m<sup>2</sup>, que equivale a 15.63%, fisura con 0.03 m<sup>2</sup>, equivalente a 0.13%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es el muro izquierdo con 15.87%, equivalente a 3.05 m<sup>2</sup>, seguidos de muro derecho con 14.84%, equivalente a 2.85 m<sup>2</sup>. La evaluación determino que la grieta con 15.63%, incide en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo y derecho; con una eficiencia de conducción de 96.01%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Moderado.
- ✓ **Unidad de Muestra 02:** El área evaluada es 19.20 m<sup>2</sup>, dando como resultado el área afectada de 9.76 m<sup>2</sup>, que equivale al 50.82% y área no afectada de 9.44 m<sup>2</sup>, que equivale al 49.18%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con 9 m<sup>2</sup>, que equivale al 46.88%, seguidas de grieta con 3.00 m<sup>2</sup>, que equivale a 15.63%, fisura con 0.01 m<sup>2</sup>, equivalente a 0.04%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es el muro derecho con 26.60%, equivalente a 5.11 m<sup>2</sup>, seguidos de muro izquierdo con 24.22%, equivalente a 4.65 m<sup>2</sup>. La evaluación determino que la grieta con 15.63%, incide en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo y derecho; con una eficiencia de conducción de 97.01%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Moderado.
- ✓ **Unidad de Muestra 03:** El área evaluada es 19.20 m<sup>2</sup>, dando como resultado el área afectada de 11.23 m<sup>2</sup>, que equivale al 58.46% y área no afectada de

9.44 m<sup>2</sup>, que equivale al 41.54%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con 11.04 m<sup>2</sup>, que equivale al 57.50%, seguidas de musgo con 2.40 m<sup>2</sup>, que equivale a 12.50%, grieta con 1.50 m<sup>2</sup>, que equivale a 7.81%, impacto con 0.10 m<sup>2</sup>, equivalente a 0.50%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es el muro derecho con 29.43%, equivalente a 5.65 m<sup>2</sup>, seguidas de muro izquierdo con 29.03%, equivalente a 5.57 m<sup>2</sup>. La evaluación determino que la grieta con 7.81%, incide en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo; con una eficiencia de conducción de 97.04%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Moderado.

✓ **Unidad de Muestra 04:** El área evaluada es 19.20 m<sup>2</sup>, dando como resultado el área afectada de 11.74 m<sup>2</sup>, que equivale al 61.12% y área no afectada de 7.47 m<sup>2</sup>, que equivale al 38.88%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con 9.24 m<sup>2</sup>, que equivale al 48.13%, seguidas de grieta con 4.80 m<sup>2</sup>, que equivale a 25%, musgo con 0.31 m<sup>2</sup>, que equivale a 1.61%, fisura con 0.03 m<sup>2</sup>, equivalente a 0.13%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es el muro derecho con 29.84%, equivalente a 5.73 m<sup>2</sup>, seguidos de muro izquierdo con 21.90%, equivalente a 4.21 m<sup>2</sup>, fondo de canal con 9.38%, equivalente al 1.80m<sup>2</sup>. La evaluación determino que la grieta con 25%, incide en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo, derecho y fondo de canal; con una eficiencia de conducción de 94.10%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Severo.

✓ **Unidad de Muestra 05:** El área evaluada es 19.20 m<sup>2</sup>, dando como resultado el área afectada de 8.11 m<sup>2</sup>, que equivale al 42.22% y área no afectada de 11.09 m<sup>2</sup>, que equivale al 57.78%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con 5.40 m<sup>2</sup>, que equivale al 28.13%, seguidas de grieta con 3.30 m<sup>2</sup>, que equivale al 17.19%, musgo con 0.72 m<sup>2</sup>, que equivale al 3.75%,

fisura con  $0.01 \text{ m}^2$ , equivalente al 0.05%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es el muro izquierdo con 17.19%, equivalente al  $3.30 \text{ m}^2$ , seguidos de muro derecho con 15.66%, equivalente al  $3.01 \text{ m}^2$ , fondo de canal con 9.38%, equivalente al  $1.80 \text{ m}^2$ . La evaluación determino que la grieta con 17.19%, incide en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo y fondo de canal; con una eficiencia de conducción de 97.14%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Severo.

✓ **Unidad de Muestra 06:** El área evaluada es  $19.20 \text{ m}^2$ , dando como resultado el área afectada de  $10.65 \text{ m}^2$ , que equivale al 55.47% y área no afectada de  $8.55 \text{ m}^2$ , que equivale al 44.53%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con  $7.80 \text{ m}^2$ , que equivale al 40.63%, seguidas de grieta con  $4.80 \text{ m}^2$ , que equivale al 25%, musgo con  $0.08 \text{ m}^2$ , que equivale al 0.44%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es el muro izquierdo con 24.22%, equivalente al  $4.65 \text{ m}^2$ , seguidos de muro derecho con 21.88%, equivalente al  $4.20 \text{ m}^2$ , fondo de canal con 9.38%, equivalente al  $1.80 \text{ m}^2$ . La evaluación determino que la grieta con 25%, incide en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo, derecho y fondo de canal; con una eficiencia de conducción de 95.60%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Severo.

✓ **Unidad de Muestra 07:** El área evaluada es  $19.20 \text{ m}^2$ , dando como resultado el área afectada de  $11.28 \text{ m}^2$ , que equivale al 58.75% y área no afectada de  $7.92 \text{ m}^2$ , que equivale al 41.25%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con  $10.20 \text{ m}^2$ , que equivale al 53.13%, seguidas de grieta con  $6.00 \text{ m}^2$ , que equivale al 31.25%, musgo con  $0.36 \text{ m}^2$ , que equivale al 1.86%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es el muro izquierdo con 31.25%, equivalente al  $6.00 \text{ m}^2$ , seguidos de muro derecho con 27.50%,

equivalente al 5.28 m<sup>2</sup>. La evaluación determino que la grieta con 31.25%, incide en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo y derecho; con una eficiencia de conducción de 89.24%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Moderado.

- ✓ **Unidad de Muestra 08:** El área evaluada es 22.80 m<sup>2</sup>, dando como resultado el área afectada de 18.48 m<sup>2</sup>, que equivale al 81.05% y área no afectada de 4.32 m<sup>2</sup>, que equivale al 18.95%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con 7.80 m<sup>2</sup>, que equivale al 40.63%, seguidas de grieta con 4.80 m<sup>2</sup>, que equivale al 25%, musgo con 0.08 m<sup>2</sup>, que equivale al 0.44%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es fondo de canal con 28.42%, equivalente al 6.48 m<sup>2</sup>, seguidos el muro izquierdo con 26.32%, equivalente al 6.00 m<sup>2</sup> y el muro derecho con 26.32%, equivalente al 6.00 m<sup>2</sup>. La evaluación determino que la grieta con 18.42%, incide en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo y fondo de canal; con una eficiencia de conducción 88.07%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Severo.
- ✓ **Unidad de Muestra 09:** El área evaluada es 22.80 m<sup>2</sup>, dando como resultado el área afectada de 20.10 m<sup>2</sup>, que equivale al 88.16% y área no afectada de 2.70 m<sup>2</sup>, que equivale al 11.84%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con 12.00 m<sup>2</sup>, que equivale al 52.63%, seguidas de grieta con 11.10 m<sup>2</sup>, que equivale al 48.68%, erosión con 4.34 m<sup>2</sup>, que equivale al 19.04%, musgo con 2.64 m<sup>2</sup>, que equivale al 11.58%, fractura con 1.50 m<sup>2</sup>, que equivale 6.58%, impacto con 1.17 m<sup>2</sup>, que equivale al 5.11%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es fondo de canal con 35.53%, equivalente al 8.10 m<sup>2</sup>, seguidos el muro izquierdo con 26.32%, equivalente al 6.00 m<sup>2</sup> y el muro derecho con 26.32%, equivalente al 6.00 m<sup>2</sup>. La evaluación determino que la grieta y fractura con 48.68% y 6,58%

respectivamente, inciden en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo y fondo de canal; con una eficiencia de conducción de 77.58%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Severo.

- ✓ **Unidad de Muestra 10:** El área evaluada es 22.80 m<sup>2</sup>, dando como resultado el área afectada de 20.10 m<sup>2</sup>, que equivale al 88.16% y área no afectada de 2.70 m<sup>2</sup>, que equivale al 11.84%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con 12.00 m<sup>2</sup>, que equivale al 52.63%, seguidas de erosión con 8.10 m<sup>2</sup>, que equivale al 35.53%, musgo con 3.54 m<sup>2</sup>, que equivale al 15.50%, grieta con 3.00 m<sup>2</sup>, que equivale al 13.16%, fractura con 3.00 m<sup>2</sup>, que equivale 13.16%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es fondo de canal con 35.53%, equivalente al 8.10 m<sup>2</sup>, seguidos el muro izquierdo con 26.32%, equivalente al 6.00 m<sup>2</sup> y el muro derecho con 26.32%, equivalente al 6.00 m<sup>2</sup>. La evaluación determino que la grieta y fractura con 13.16% y 13.16% respectivamente, inciden en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo y derecho; con una eficiencia de conducción de 90.83%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Severo.
- ✓ **Unidad de Muestra 11:** El área evaluada es 22.80 m<sup>2</sup>, dando como resultado el área afectada de 18.66 m<sup>2</sup>, que equivale al 81.84% y área no afectada de 4.14 m<sup>2</sup>, que equivale al 18.16%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con 12.00 m<sup>2</sup>, que equivale al 52.63%, seguidas de grieta con 8.40 m<sup>2</sup>, que equivale al 36.84%, musgo con 3.30 m<sup>2</sup>, que equivale al 14.47%, erosión con 2.70 m<sup>2</sup>, que equivale al 11.82%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es fondo de canal con 29.21%, equivalente al 6.66 m<sup>2</sup>, seguidos el muro izquierdo con 26.32%, equivalente al 6.00 m<sup>2</sup> y el muro derecho con 26.32%, equivalente al 6.00 m<sup>2</sup>. La evaluación determino que la grieta con 36.84%, incide en la condición de servicio, ubicado en el muro

izquierdo y fondo de canal; con una eficiencia de conducción de 93.05%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Severo.

- ✓ **Unidad de Muestra 12:** El área evaluada es 22.80 m<sup>2</sup>, dando como resultado el área afectada de 12.00 m<sup>2</sup>, que equivale al 52.63% y área no afectada de 10.80 m<sup>2</sup>, que equivale al 47.37%. Las patologías que tienen mayor incidencia es: moho con 12.00 m<sup>2</sup>, que equivale al 52.63%, seguidas de erosión con 8.10 m<sup>2</sup>, que equivale al 35.53%, musgo con 3.54 m<sup>2</sup>, que equivale al 15.50%, grieta con 3.00 m<sup>2</sup>, que equivale al 13.16%, fractura con 3.00 m<sup>2</sup>, que equivale 13.16%. El elemento que tienen mayor porcentaje de área afectada es el muro izquierdo con 26.32%, equivalente al 6.00 m<sup>2</sup> y el muro derecho con 26.32%, equivalente al 6.00 m<sup>2</sup>. La evaluación determino que la grieta y fractura con 6.58% y 6.58% respectivamente, inciden en la condición de servicio, ubicado en el muro izquierdo; con una eficiencia de conducción de 84.12%. El nivel de severidad de la unidad muestral es Severo.

### **Resultados generales de la muestra evaluada:**

- ✓ El canal de riego 2 de Marcará, entre las progresivas 0+000 km a 1+020km, se ubicaron estados más críticos para identificar, evaluar y analizar las patologías, se determinó 12 unidades muestrales, dando un área total de 248.40 m<sup>2</sup>.
- ✓ La muestra evaluada y comparada de las 12 unidades muestrales, indican que hay variación de porcentajes de área afectada, las unidades muestrales con mayor porcentaje de área afectada por patologías como: grieta, fisura, impacto, erosión, fractura, musgo y moho son la unidad muestral 09 y 10 con porcentajes iguales de 20,10%, seguidos la unidad muestral 11 con 18.66% y unidad muestral 08 con 18.48%. La unidad que muestra menor cantidad de área afectada por las patologías es la unidad muestral 01 con 5.90%;

contrastada en la *gráfica 49. Resumen de % de área afectada en cada unidad muestral.*

- ✓ El porcentaje total de área afectada y no afectada por patologías del concreto en cada elemento del canal de las 12 unidades muestrales, indica: muro derecho con área afectada de 24.89%, equivalente a 61.83 m<sup>2</sup> y área no afectada de 4.09%, equivalente a 10.17 m<sup>2</sup>; muro izquierdo con área afectada de 24.73%, equivalente a 61.43 m<sup>2</sup> y área no afectada de 4.26%, equivalente a 10.57 m<sup>2</sup>; fondo de canal con área afectada de 13.99%, equivalente a 34.74 m<sup>2</sup> y área no afectada de 28.04%, equivalente a 69.66 m<sup>2</sup>. Se evidencia que el elemento que presenta mayor porcentaje de área afectada es el muro derecho con patologías como: grieta, fisura, impacto, erosión, musgo y moho; de igual forma para el muro izquierdo. Las patologías que afectada el fondo de canal: son grieta y erosión; contrastada en la *gráfica 50. Porcentaje de área afectada y no afectada por elemento de toda la unidad de muestra evaluada.*
- ✓ Las patologías identificadas, evaluadas y determinadas con porcentaje de área afectada para la muestra son: moho con 46.91%, que equivale a 116.52 m<sup>2</sup>, seguida la grieta con 21.98%, que equivale a 54.60 m<sup>2</sup>, erosión con 7.83%, que equivale a 19.46 m<sup>2</sup>, musgo con 7.71%, que equivale a 19.14 m<sup>2</sup>, fractura con 2.42%, que equivale a 6.00 m<sup>2</sup>, impacto con 0.51%, que equivale a 1.27 m<sup>2</sup> y fisura con 0.03%, que equivale a 0.08 m<sup>2</sup>; contrastada en la *gráfica 51. Porcentaje de área afectada por patologías identificadas en toda la unidad de muestra evaluada.*
- ✓ Las muestra tiene un área de 248.40 m<sup>2</sup>, equivalente al 100% del área de las 12 unidades muestrales, al realizar la determinación, evaluación y análisis de las patologías del concreto, se obtuvo un área total afectada con patología de 158.00 m<sup>2</sup>, equivalente al 63.61% y un área total no afectada de 90.40 m<sup>2</sup>,

equivalente al 36.39%, considerando las patologías con mayor daño estructural la grieta, y en mínimos porcentajes la erosión y la fractura y las patologías con mayor daño superficial el moho y el musgo; y en mínimos porcentajes impacto, fisura; contrastada en la *gráfica 59. Resumen general de toda la muestra analizada.*

- ✓ La patología GRIETA tiene mayor incidencia de área afectada en cada unidad muestral, la mayor parte de daños se concentra en el margen izquierdo y fondo de canal, produciendo daños estructurales, estas unidades son: unidad muestral 09 por grieta y fractura con 55.26%, seguidas por la unidad muestral 11 por grieta con 36.84%, unidad muestral 07 por grieta con 31.25%; las demás unidades muestrales también muestran daños estructurales por grieta, pero son menores como la unidad muestral 03 con 7.81%; de la misma manera al evaluar el nivel de severidad se determinó en 8 unidades muestrales que es severo y en 4 unidades muestrales moderado, de la cual el nivel de severidad del canal es SEVERO; contrastada en la *gráfica 60. Porcentaje de área afectada por la patología que incide en la condición de servicio.*
- ✓ Para obtener la condición de servicio de canal de riego 2 de Marcará, se tomó en función al nivel de severidad, áreas afectadas y eficiencia de conducción, determinando que la condición de servicio del canal es REGULAR, con nivel de severidad SEVERO, afectada por la patología GRIETA con 21.98%, generando este daño estructural en los muros derecho e izquierdo y fondo del canal, produciendo pérdida de caudal por infiltración de 31.72 l/s, teniendo una eficiencia de conducción del 91.65%, quiere decir que el canal no se encuentra en óptimas condiciones, al 100%; para la que fue diseñada y cumplir con el servicio, debido a la pérdida por infiltración durante la conducción; contrastada en la *tabla 32. Determinación de la condición de servicio.*

## V. CONCLUSIONES

- ✓ Las patologías determinadas en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, fueron: grietas con aberturas desde los 1.50 mm hasta los 45 mm, fisuras con aberturas de 0.5 mm hasta 1 mm, impacto con profundidades del espesor desde 3 cm hasta 15 cm, erosión con profundidades erosionadas desde 5 mm hasta 30 mm, fractura con separación de bloque del concreto desde 35 mm hasta 70 mm, musgos con tamaño de frondes desde 8 mm hasta 23 mm y moho.
- ✓ Las evaluaciones en toda la muestra, concluyen que las áreas afectadas son generadas por las patologías del concreto, sobre todo las que son de nivel de severidad moderado y severo, de esa manera las mayores áreas afectadas en la muestra se dieron por moho, con niveles de severidad leve, indicando que esta patología produce un daño superficial al igual que el musgo, la fisura y el impacto en porcentajes pequeños. A diferencia de la patología Grieta ya se con niveles de severidad leve, moderado o severo, generan a la muestra porcentajes altos de área afectada, estas patologías producen daños estructurales, poniendo en riesgo a que el canal no cumpla el servicio para la cual fue diseñada, se necesita una demolición y reconstrucción para poder recuperar el canal en óptimas condiciones. Lo mismo sucede con la patología fractura, con niveles de severidad leve, moderado o severo, en caso de la patología erosión mis áreas afectadas son menores con niveles de severidad leve y moderada, la cual no incide en la condición de servicio.
- ✓ Concluyo que la condición de servicio del canal de riego 2 de Marcará, es REGULAR, con nivel de severidad SEVERO, afectada por la patología GRIETA que está ocasionando daño estructural, con un área afectada de 21.98%, generando pérdida de caudal por infiltración durante la conducción, obteniendo una

eficiencia de conducción de 91.65%, esto quiere decir que el canal no se encuentra en óptimas condiciones, al 100%; y no cumple con el servicio de transportar agua para lo que fue diseñada.

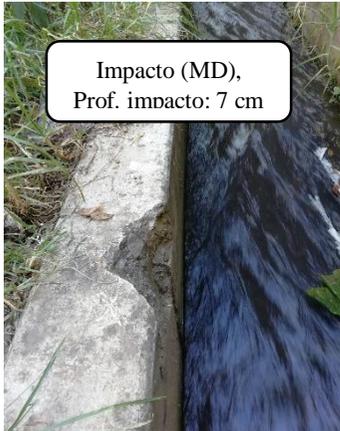
- ✓ El estado actual que presenta el canal de riego 2, después de haber sido evaluado desde las progresivas 0+000 km – 1+020 km, nos permite determinar su condición de servicio de manera regular, esto indica que la estructura requiere de reparación, mantenimiento y limpieza de acuerdo a las patologías identificadas. Indicando que la patología con mayor incidencia son las grietas, con nivel de severidad severo, la cual requiere realizar el mantenimiento; otras patologías que también muestran incidencias severas son: la fractura, la erosión, impacto que también requieren reparación y mantenimiento; musgo y moho requieren limpieza continua, todo esto para cumplir la condición de servicio del canal que es la de transportar o conducir agua en óptimas condiciones.

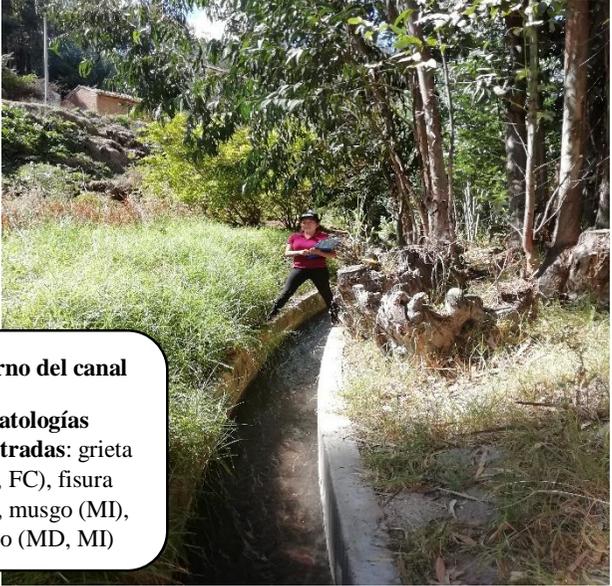
## **Aspectos complementarios**

- ✓ De acuerdo a los resultados y conclusiones se recomienda en todos los paños afectados por las patologías moho y musgo la limpieza natural y continua mediante agua y cepillo, limpieza química implica utilizar diversos productos como disolventes o fungicidas; los paños afectados por fisuras, impacto y erosión, se recomienda realizar una reparación, que consiste en reemplazar materiales o elementos dañados de una estructura; los paños afectados por las patologías grieta y fractura, se recomienda la demolición y reconstrucción: consiste en retirar elementos dañados de una estructura que por su estado, ya no aportan capacidad resistente a la estructura. El constante mantenimiento de las estructuras del canal, van a garantizar la capacidad de conducción de agua de acuerdo con el diseño de caudal de la estructura y garantizar su vida útil del canal de riego
- ✓ Recomendamos tomar las medidas correctivas para los diferentes niveles de severidad, encontradas en la evaluación de las 12 unidades muestrales, patologías que presentan un nivel de severidad Leve, se recomienda realizar un mantenimiento constante para cada tipo de patología. Patologías que presentan un nivel de severidad Moderado, se sugiere reparación para cada tipo de patología, para evitar que estas puedan seguir aumentando. Patologías que presentan un nivel de severidad Severo, se recomienda realizar reparación, demolición con reconstrucción de acuerdo al área afectada.
- ✓ Se recomienda una participación activa entre la junta de regantes y usuarios, para el mantenimiento adecuado y continuo del canal de riego 2 de Marcará; a la vez gestionar a otras entidades públicas o privadas capacitaciones u otros medios como materiales para conservar la estructura.

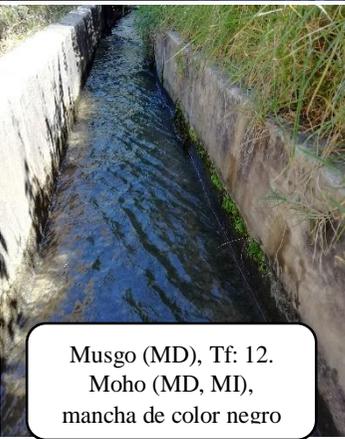
Progresiva: 0+015 km + 0+027 km	Descripción	Progresiva: 0+043 km + 0+055 km
 <p data-bbox="136 699 405 866"><b>Entorno del canal</b> patologías encontradas: grieta, fisura, moho</p>	<p data-bbox="1093 328 1173 352"><b><u>Grieta</u></b></p> <p data-bbox="842 360 1420 416"><b>Nivel de severidad:</b> Moderada con aberturas de 2.5, 3, 4 mm.</p> <p data-bbox="842 424 1420 536"><b>Causa:</b> Mayormente la causa se debe a los cambios de temperatura, empuje del suelo (empuje de carga) y por la acción de las raíces de plantas cercanas (generan presión).</p> <p data-bbox="842 544 1420 655"><b>Recomendaciones:</b> Demolición del paño dañado, aplicar a la superficie a unir un aditivo para la reconstrucción completa; demolición de plantas y árboles cercanos al canal desde su raíz.</p> <p data-bbox="1093 663 1173 687"><b><u>Fisura</u></b></p> <p data-bbox="842 695 1420 751"><b>Nivel de severidad:</b> Severo con aberturas de 0.5, 1 mm.</p> <p data-bbox="842 759 1420 871"><b>Causa:</b> por estar en contacto con el agua, diferencia de temperatura dentro de la estructura, cambios de temperatura, retracción por secado del , falta del curado del concreto.</p> <p data-bbox="842 879 1420 991"><b>Recomendaciones:</b> Picar bien la fisura alrededor de los huecos con una herramienta punzante (clavo, cincel) y limpiar, luego resanar sellando con microcemento, debido a su fácil aplicación.</p> <p data-bbox="1093 999 1173 1023"><b><u>Moho</u></b></p> <p data-bbox="842 1031 1420 1086"><b>Nivel de severidad:</b> Leve, presencia de manchas de color negro.</p> <p data-bbox="842 1094 1420 1182"><b>Causa:</b> Moho es un hongos que se genera por la presencia de humedad por su carácter ocasionan cambios de color, olor.</p> <p data-bbox="842 1190 1420 1334"><b>Recomendaciones:</b> Limpieza natural con agua y cepillo, con elementos químicos (disolventes o fungicidas), luego aplicar una protección superficial mediante impermeabilizantes, sellados o reposición de pinturas blanqueadores.</p>	 <p data-bbox="1868 722 2136 890"><b>Entorno del canal</b> patologías encontradas: grieta, fisura, moho</p>  <p data-bbox="1476 951 1771 1023">Moho, mancha color negro. muro derecho</p>  <p data-bbox="1839 1302 2130 1358">Fisura en el muro izquierdo. abertura 1 mm</p>
 <p data-bbox="506 1297 808 1369">Grieta en el muro derecho. abertura 4 mm</p>		

Fuente: Elaboración propia; 2019.

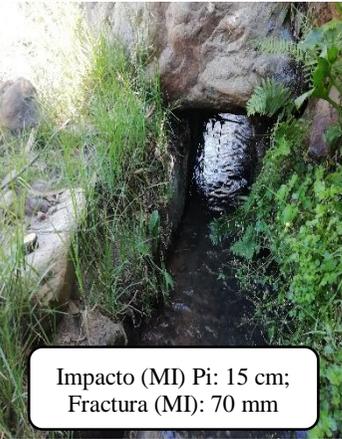
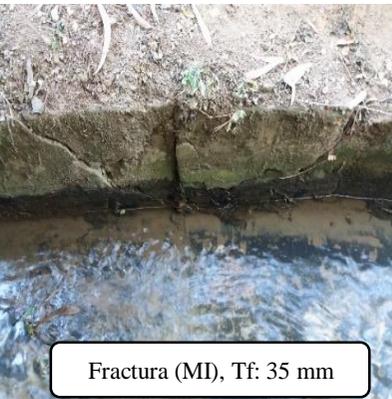
Progresiva: 0+100 km + 0+112 km	Descripción	Progresiva: 0+169 km + 0+181 km
 <p data-bbox="560 335 819 571"><b>Entorno del canal</b>  <b>Patologías encontradas:</b> grieta (MI), Impacto (MD, MI), musgo (MD), moho (MD, MI)</p>  <p data-bbox="192 976 398 1059">Grieta (MI), abertura 2.5 mm</p>  <p data-bbox="528 976 766 1059">Impacto (MD), Prof. impacto: 7 cm</p>	<p data-bbox="1093 328 1169 354"><b><u>Grieta</u></b></p> <p data-bbox="842 357 1420 414"><b>Nivel de severidad:</b> Moderada, severo con aberturas de 2.5, 8 mm.</p> <p data-bbox="842 418 1420 507"><b>Causa:</b> Mayormente la causa se debe al empuje del suelo (empuje de carga) y por la acción de las raíces de plantas, árboles de eucalipto cercanos al canal.</p> <p data-bbox="842 510 1420 628"><b>Recomendaciones:</b> Demolición del paño dañado, aplicar a la superficie a unir un aditivo para la reconstrucción completa; demolición de plantas y árboles cercanos al canal desde su raíz.</p> <p data-bbox="1093 632 1169 657"><b><u>Fisura</u></b></p> <p data-bbox="842 660 1420 686"><b>Nivel de severidad:</b> Severo, aberturas de 0.5, 1 mm.</p> <p data-bbox="842 689 1420 807"><b>Causa:</b> Por estar en contacto con el agua, diferencia de temperatura dentro de la estructura, cambios de temperatura, retracción por secado del material, falta del curado del concreto.</p> <p data-bbox="842 810 1420 928"><b>Recomendaciones:</b> Picar bien la fisura alrededor de los huecos con una herramienta punzante (clavo, cincel) y limpiar, luego resanar sellando con microcemento, debido a su fácil aplicación</p> <p data-bbox="1093 932 1169 957"><b><u>Impacto</u></b></p> <p data-bbox="842 960 1420 1027"><b>Nivel de severidad:</b> Moderado, severo, profundidad de impacto de: 3, 5, 6, 7 cm.</p> <p data-bbox="842 1031 1420 1056"><b>Causa:</b> Por golpes externos de seres humano.</p> <p data-bbox="842 1059 1420 1145"><b>Recomendaciones:</b> Resanar, removiendo el material que se ha impactado, sellar con materiales epóxicos o bituminosos.</p> <p data-bbox="1093 1149 1169 1174"><b><u>Musgo</u></b></p> <p data-bbox="842 1177 1420 1203"><b>Nivel de severidad:</b> Leve, Tf de 10, 12 mm.</p> <p data-bbox="842 1206 1420 1232"><b>Causa:</b> Presencia de humedad y ambientes húmedos.</p> <p data-bbox="842 1235 1420 1394"><b>Recomendaciones:</b> Limpieza constante del entorno y de la estructura del canal, lavar con agua y escobilla y aplicar un sellador o reposición de pinturas blanqueadores, de igual forma tomar medidas de control como insecticidas para el entorno.</p>	 <p data-bbox="1881 335 2141 571"><b>Entorno del canal</b>  <b>Patologías encontradas:</b> grieta (MD, MI, FC), fisura (MD, MI), musgo (MI), moho (MD, MI)</p>  <p data-bbox="1456 976 1751 1034">Grieta (FC), abertura 2.5 mm, moho color marrón</p>  <p data-bbox="1859 976 2096 1034">Fisura (MD), abertura 1 mm.</p>

Progresiva: 0+193 km + 0+205 km	Descripción	Progresiva: 0+277 km + 0+289 km
 <p><b>Entorno del canal</b></p> <p><b>Patologías encontradas:</b> grieta (MI, FC), fisura (MD), musgo (MI), moho (MD, MI)</p>	<p><b>Grieta</b></p> <p><b>Nivel de severidad:</b> Moderada y severa, con aberturas de 2, 3, 4.5, 6. mm.</p> <p><b>Causa:</b> Mayormente la causa se debe al empuje del suelo (empuje de carga) y por la acción de las raíces de plantas y árboles de eucalipto cercano al canal (generan presión).</p> <p><b>Recomendaciones:</b> Demolición del paño dañado, aplicar a la superficie a unir un aditivo para la reconstrucción completa; demolición de plantas y árboles cercanos al canal desde su raíz.</p> <p><b>Fisura</b></p> <p><b>Nivel de severidad:</b> Severo, con aberturas de 0.5 mm.</p> <p><b>Causa:</b> Por estar en contacto con el agua, diferencia de temperatura dentro de la estructura, cambios de temperatura, retracción por secado del material, falta del curado del concreto.</p> <p><b>Recomendaciones:</b> Picar bien la fisura alrededor de los huecos con una herramienta punzante (clavo, cincel) y limpiar, luego resanar sellando con microcemento, debido a su fácil aplicación.</p> <p><b>Musgo</b></p> <p><b>Nivel de severidad:</b> Leve, Tf de 10, 12 mm.</p> <p><b>Causa:</b> Presencia de humedad y ambientes húmedos.</p> <p><b>Recomendaciones:</b> Limpieza constante del entorno y de la estructura del canal, lavar con agua y escobilla y aplicar un sellador o reposición de pinturas blanqueadores, de igual forma tomar medidas de control como insecticidas para el entorno.</p>	 <p><b>Entorno del canal</b></p> <p><b>Patologías encontradas:</b> grieta (MD, MI, FC), musgo (MI), moho (MD, MI)</p>
 <p>Grieta (MI), abertura de 6 mm</p>  <p>Grieta (FC), abertura 4.5 mm</p>	 <p>Grieta (FC), abertura de 6 mm</p>  <p>Grieta (MD), abertura de 3 mm</p>	

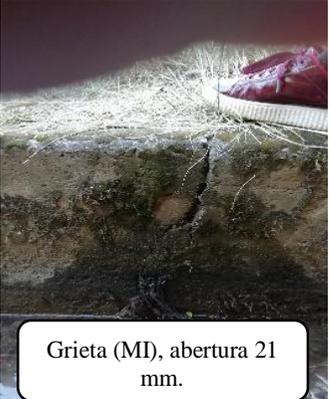
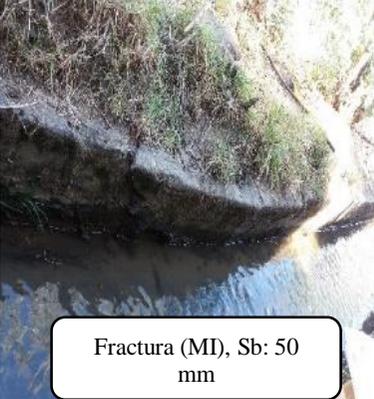
Fuente: elaboración propia; 2019.

Progresiva: 0+469 km + 0+481 km	Descripción	Progresiva: 0+523 km + 0+535 km
 <p data-bbox="555 708 815 922"><b>Entorno del canal</b> <b>Patologías encontradas:</b> grieta (MI), musgo (MD), moho (MD, MI)</p>  <p data-bbox="152 1267 456 1369">Musgo (MD), Tf: 12. Moho (MD, MI), mancha de color negro</p>  <p data-bbox="546 1289 748 1369">Grieta (MI), abertura de 1 mm</p>	<p data-bbox="1093 347 1169 370"><b><u>Grieta</u></b></p> <p data-bbox="840 376 1422 430"><b>Nivel de severidad:</b> Moderada con aberturas de 2.5, 3, 4 mm.</p> <p data-bbox="840 437 1422 555"><b>Causa:</b> Mayormente la causa se debe al empuje del suelo (empuje de carga) y por la acción de las raíces de plantas y árboles de eucalipto cercano al canal (generan presión).</p> <p data-bbox="840 561 1422 679"><b>Recomendaciones:</b> Demolición del paño dañado, aplicar a la superficie a unir un aditivo para la reconstrucción completa; demolición de plantas y árboles cercanos al canal desde su raíz.</p> <p data-bbox="1093 686 1169 708"><b><u>Erosión</u></b></p> <p data-bbox="840 715 1422 769"><b>Nivel de severidad:</b> Moderado, con Pe: 15, 25, 30 mm.</p> <p data-bbox="840 775 1422 829"><b>Causa:</b> Ocasionado por la fricción de partículas transportadas por el agua, la velocidad del flujo del agua, baja calidad del material de la estructura.</p> <p data-bbox="840 836 1422 1082"><b>Recomendaciones:</b> Remover el área afectada, limpiar bien la superficie a reparar, lavar con agua la superficie afectada, aplicarle un aditivo para adherir con el material de relleno, con mortero compuestos por mezclas de resinas y cemento (masilla), cuya resistencia debe ser <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>, también utilizar selladores y protectores superficiales, impermeabilizantes.</p> <p data-bbox="1093 1088 1169 1110"><b><u>Musgo</u></b></p> <p data-bbox="840 1117 1422 1171"><b>Nivel de severidad:</b> Leve y Moderado, Tf de 12 y 21 mm.</p> <p data-bbox="840 1177 1422 1200"><b>Causa:</b> Presencia de humedad y ambientes húmedos.</p> <p data-bbox="840 1206 1422 1356"><b>Recomendaciones:</b> Limpieza constante del entorno y de la estructura del canal, lavar con agua y escobilla y aplicar un sellador o reposición de pinturas blanqueadores, de igual forma tomar medidas de control como insecticidas para el entorno.</p>	 <p data-bbox="1863 715 2145 944"><b>Entorno del canal</b> <b>Patologías encontradas:</b> grieta (MI, FC), erosión (MD, MI, FC), musgo (MD). moho (MD, MI)</p>  <p data-bbox="1599 986 1818 1066">Señalización de progresivas.</p>  <p data-bbox="1904 1289 2123 1369">Grieta (FC), abertura de 30 mm</p>

Fuente: elaboración propia; 2019.

Progresiva: 0+535 km + 0+547 km	Descripción	Progresiva: 0+547 km + 0+559 km
 <p data-bbox="123 694 459 933"><b>Entorno del canal</b> <b>Patologías encontradas:</b> grieta (MI, FC), fractura (MI), erosión (MD, MI, FC), impacto (MD, MI) musgo (MD), moho (MD, MI)</p>  <p data-bbox="145 1284 436 1364">Impacto (MI) Pi: 15 cm; Fractura (MI): 70 mm</p>  <p data-bbox="504 1284 795 1364">Deslizamiento de piedras de taludes altas</p>	<p data-bbox="1086 327 1176 359"><b><u>Grieta</u></b></p> <p data-bbox="840 359 1422 414"><b>Nivel de severidad:</b> Moderada con aberturas de 10, 15, 21, 40 mm.</p> <p data-bbox="840 414 1422 566"><b>Causa:</b> Mayormente la causa se debe al empuje del suelo (empuje de carga) y por la acción de las raíces de plantas cercanas (generan presión), como también al impacto de materiales que provienen de la parte alta del talud.</p> <p data-bbox="840 566 1422 726"><b>Recomendaciones:</b> Demolición del paño dañado, aplicar a la superficie a unir un aditivo para la reconstrucción completa; demolición de plantas y árboles cercanos al canal desde su raíz, retirar las piedras que están sobre el canal.</p> <p data-bbox="1086 726 1176 758"><b><u>Fractura</u></b></p> <p data-bbox="840 758 1422 790"><b>Nivel de severidad:</b> Severo, Sb de 50 mm.</p> <p data-bbox="840 790 1422 877"><b>Causa:</b> Debido al impacto de materiales que provienen de la parte alta del talud y debido al empuje del suelo y por acción de las raíces de los árboles cercanos al canal.</p> <p data-bbox="840 877 1422 1029"><b>Recomendaciones:</b> Demolición del paño dañado, aplicar a la superficie a unir un aditivo para la reconstrucción completa; demolición de plantas y árboles cercanos al canal desde su raíz, retirar las piedras que están sobre el canal.</p> <p data-bbox="1086 1029 1176 1061"><b><u>Erosión</u></b></p> <p data-bbox="840 1061 1422 1125"><b>Nivel de severidad:</b> Leve, Moderado, con profundidades erosionadas de: 5, 8 mm.</p> <p data-bbox="840 1125 1422 1220"><b>Causa:</b> Ocasionado por la fricción de partículas transportadas por el agua, la velocidad del flujo del agua, baja calidad del material de la estructura.</p> <p data-bbox="840 1220 1422 1372"><b>Recomendaciones:</b> Remover el área afectada, limpiar bien la superficie a reparar, lavar con agua la superficie afectada, aplicarle un aditivo para adherir con el material de relleno, con mortero compuestos por mezclas de resinas y cemento (masilla)</p>	 <p data-bbox="1825 774 2150 965"><b>Entorno del canal</b> <b>Patologías encontradas:</b> grieta (MD, MI), erosión (FC), fractura (MI), musgo (MD), moho (MD, MI)</p>  <p data-bbox="1489 1316 1803 1364">Fractura (MI), Tf: 35 mm</p>  <p data-bbox="1859 1300 2139 1364">Erosión (FC), Pe: 10 mm, Musgo (MD). Tf: 23 mm</p>

Fuente: Elaboración propia; 2019.

Progresiva: 0+577 km + 0+589 km	Descripción	Progresiva: 0+589 km + 0+601 km
 <p><b>Entorno del canal</b></p> <p><b>Patologías encontradas:</b> grieta (MI, FC), erosión (MD, FC), musgo (MD), moho (MD, MI)</p>  <p>Grieta (MI), abertura 21 mm.</p>  <p>Grieta (MI), abertura 15 mm v moho</p>	<p><b>Grieta</b></p> <p><b>Nivel de severidad:</b> Moderada con aberturas de 2.5, 3, 4 mm.</p> <p><b>Causa:</b> Mayormente la causa se debe al empuje del suelo (empuje de carga) y por la acción de las raíces de plantas cercanas (generan presión), como también al impacto de materiales que provienen de la parte alta del talud.</p> <p><b>Recomendaciones:</b> Demolición del paño dañado, aplicar a la superficie a unir un aditivo para la reconstrucción completa; demolición de plantas y árboles cercanos al canal desde su raíz, retirar las piedras que están sobre el canal.</p> <p><b>Fractura</b></p> <p><b>Nivel de severidad:</b> Severo, Sb de 35, 70 mm.</p> <p><b>Causa:</b> Debido al impacto de materiales que provienen de la parte alta del talud y debido al empuje del suelo y por acción de las raíces de los árboles cercanos al canal.</p> <p><b>Recomendaciones:</b> Demolición del paño dañado, aplicar a la superficie a unir un aditivo para la reconstrucción completa; demolición de plantas y árboles cercanos al canal desde su raíz, retirar las piedras que están sobre el canal.</p> <p><b>Moho</b></p> <p><b>Nivel de severidad:</b> Leve, presencia de manchas de color negro.</p> <p><b>Causa:</b> Moho es un hongos que se genera por la presencia de humedad por su carácter ocasionan cambios de color, olor.</p> <p><b>Recomendaciones:</b> Limpieza natural con agua y cepillo, con elementos químicos (disolventes o fungicidas), luego aplicar una protección superficial mediante impermeabilizantes, sellados o reposición de pinturas blanqueadores.</p>	 <p><b>Entorno del canal</b></p> <p><b>Patologías encontradas:</b> grieta (MI), fractura (MI), musgo (MD), moho (MD, MI)</p>  <p>Fractura (MI), Sb: 50 mm</p>  <p>Musgo y moho con manchas negras</p>

Fuente: Elaboración propia; 2019.

## Referencia bibliográfica

- (1) Muñoz H. Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto [Seminario]. Bogotá D.C: Instituto del Concreto Asocreto; 2001. Disponible en:  
[https://www.institutoconstruir.org/centrocivil/concreto%20armado/Evaluacion\\_patologias\\_estructuras.pdf](https://www.institutoconstruir.org/centrocivil/concreto%20armado/Evaluacion_patologias_estructuras.pdf)
- (2) Fernández de Castro E. Propuestas Metodologías para la Caracterización de testigos de Presas con problemas expansivos, intensificación: Patologías de estructuras [Tesis de Master]. Catalunya, España: Universitat Politècnica de Catalunya; 2012.
- (3) Goicochea R. Determinación de la eficiencia de conducción del canal de riego Huayrapongo, Distrito de Baños del Inca – Cajamarca [Tesis de Pregrado]. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería; 2013.
- (4) Mogollón D. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego T - 52 de la comisión de usuarios el algarrobo Valle Hermoso, sector La Peñita, Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura, Región Piura, Agosto - 2016 [Tesis de Pregrado]. Piura, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería; 2016.
- (5) Sánchez S. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de irrigación Huapish en la Comunidad de Vicos, entre las progresivas 0+000 – 0+817 del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash – Diciembre 2015 [Tesis de Pregrado]. Ancash, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería; 2015.
- (6) Tadeo R. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Recuayhuanca - Pachin, tramo 0+000 hasta 1+000, Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento Ancash – 2018 [Tesis de Pregrado]. Ancash, Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería; 2018.
- (7) Rodríguez P. Hidráulica II. Hidráulica de canales. Oaxaca, México; 2008.

- (8) Ven Te Chow. Hidráulica de Canales Abiertos. Colombia: McGraw-Hill; 1994.
- (9) Villón M. Hidráulica de canales. 2 ed. Lima, Perú: Villón; 2007.
- (10) Segura J. Trazo y revestimiento de Canales. Lima, Perú: ITDG; 1993.
- (11) Amancio R. Obras civiles. [Libro en internet]. Lima, Perú [Citada 26 Mar 2019].  
Disponible en:  
[https://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/Obras\\_civiles1.pdf](https://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/Obras_civiles1.pdf)
- (12) Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.060 Concreto Armado. Lima, Perú; [Seriada en internet] 2009 [Citada 26 Mar 2019]: [241-242 paginas]. Disponible en:  
[http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/RNE\\_parte%2001.pdf](http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/RNE_parte%2001.pdf)
- (13) Pérez J, Gardey A. Definición de agua. [Informe en internet] [Seriada en internet] 2010 [Citada 26 Mar 2019]. Disponible en:  
<http://definicion.de/agua/#ixzz4Ct3wbNcq>
- (14) Manobanda C. El curado del hormigón y su incidencia en las propiedades mecánicas finales. [Tesis de Pregrado]. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de ingeniería Civil y Mecánica; 2013.
- (15) Kosmatka S., Kerkhoff B., Panarese W., y Tanesi J. Diseño y control de mezclas de concreto. [Boletín de Ingeniería EB201]. 1<sup>ra</sup> ed. Skokie, Illinois, EE.UU. Portland Cement Association; 2004 [Citada 26 Mar 2019]. Disponible en:  
[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/49513425/PCA\\_Diseno\\_y\\_Control\\_de\\_Mezclas\\_de\\_Concreto.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1554145861&Signature=3L0VLbrn%2BTNawCy8t2KFtn8GgsY%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DPCA\\_Diseno\\_y\\_Control\\_de\\_Mezclas\\_de\\_Concr.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/49513425/PCA_Diseno_y_Control_de_Mezclas_de_Concreto.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1554145861&Signature=3L0VLbrn%2BTNawCy8t2KFtn8GgsY%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DPCA_Diseno_y_Control_de_Mezclas_de_Concr.pdf)
- (16) Rivva E. Materiales del Concreto. [Libro en internet] [Seriada en internet] 2000 [Citada 26 Mar 2019]. Disponible en:

<https://civilgeeks.com/2012/10/03/libro-sobre-naturaleza-y-materiales-del-concreto/>

(17)Ceballos M. Construcción y tecnología en concreto. Revista de concreto y tecnología. Holcim, México [Seriada en línea] 2016 [Citada 26 Mar 2019]; 24 -25. Disponible en:

<http://www.revistacyt.com.mx/pdf/agosto2016/experto.pdf>

(18)Cordorchoa C. Tecnología del Concreto. Diseño de mezcla. SlideShare [Seriada en internet] 2015 [citada 26 Mar 2019]; [30 paginas]. Disponible en:

<https://es.slideshare.net/malfredorojasvilla5/diseo-de-concreto-de-un-canal>

(19)Rivera G. Concreto Simple. Dosificación de mezclas de concreto [Seriada en internet] 2010 [Citado 2019 Marzo 26]; p. 169 - 198. Disponible en:

<ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20%20PDF%20ver.%20%202009/Cap.%2008%20Dosificacion%20de%20mezclas%20de%20concreto.pdf>

(20)Guevara G, Hidalgo C, Pizarro M, Rodríguez I, Rojas L, Segura G. Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. Tecnología en marcha. Vol. 25, N° 2. Abril – Junio 2012; p. 80 – 86.

(21)Laura S. Diseño de mezclas de Concreto. [Manual en internet]. Puno, Perú: Universidad Nacional del Antiplano, Facultad de Ingeniería Civil; 2006; p. 9 – 10 [Citado 26 Mar 2019]. Disponible en:

<http://itacanet.org/esp/construccion/concreto/dise%C3%B1o%20de%20mezclas.pdf>

(22)El Comité del Instituto Americano del Concreto. Durabilidad del concreto –ACI - 201. [Seriada en internet] 2006 [Citada 26 Mar 2019]. Disponible en:

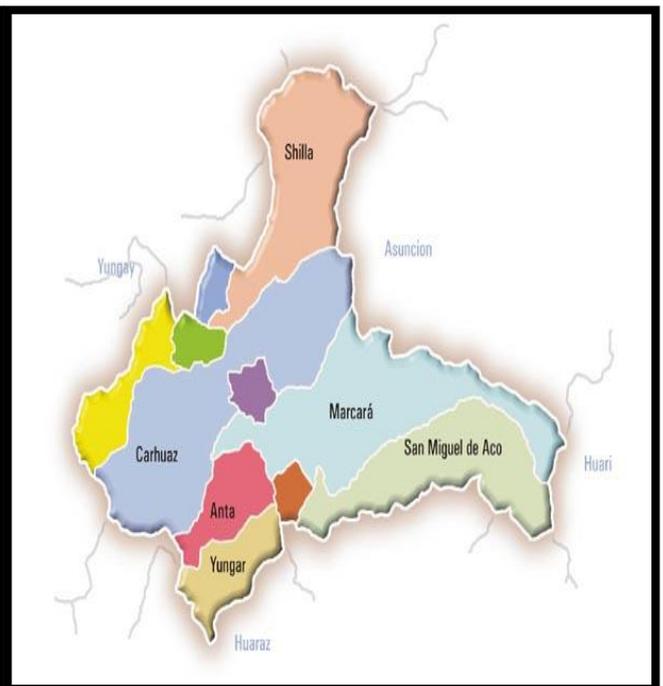
<http://tecnologia17118.blogspot.com/p/durabilidad-del-concreto-1.html>

- (23) Broto C. Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción. Barcelona: biblioteca ETSAM: 69.059 broten 1-6. Link Internacional. [Seriada en internet] 2009 [Citada 2019 Marzo 26]. Disponible en:  
[https://higieneysseguridadlaboralcvs.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia\\_broto\\_de\\_patologias\\_de\\_la\\_construccion.pdf](https://higieneysseguridadlaboralcvs.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf)
- (24) Florentín M, Granada R. Patologías Constructivas en los edificios. Prevenciones y Soluciones. [Material didáctico]. Asunción, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción; Facultad de Arquitectura, Diseño y arte; 2009. [Citada 26 Mar 2019]. Disponible en:  
<http://www.cevuna.una.py/innovacion/articulos/05.pdf>
- (25) Rivva E. Durabilidad y Patología del Concreto. Asocem [informe en internet] [seriada en internet] 2006 [Citada 26 Mar 2019]. Disponible en:  
<https://es.scribd.com/doc/216929690/Durabilidad-y-Patologia-del-Concreto-ENRIQUE-RIVVA-L>
- (26) Avendaño E. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial. [Tesis de Pregrado]. Costa Rica: Universidad de Costa Rica; Facultad de Ingeniería; Escuela de Ingeniería Civil; 2006.
- (27) Flores L. La patología del concreto: entendiendo la naturaleza y el proceso de deterioro del concreto. Constructivo. Top Consult Ingeniería SAC [serie en Internet]. 2010 [citado 28 Mar 2019]; 148 – 151. Disponible en:  
[https://www.topconsult.com.pe/articulos/Fibra\\_carbono\\_Peru\\_-\\_Entendiendo\\_naturaleza\\_y\\_proceso\\_deterioro\\_concreto.pdf](https://www.topconsult.com.pe/articulos/Fibra_carbono_Peru_-_Entendiendo_naturaleza_y_proceso_deterioro_concreto.pdf)
- (28) Pérez J. Sintomatología en las estructuras del concreto armado. Capítulo 2 [base de datos en Internet] 2006v [Citado 28 Mar 2019]. Disponible en:  
[http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_122\\_180\\_80\\_1138.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_122_180_80_1138.pdf)

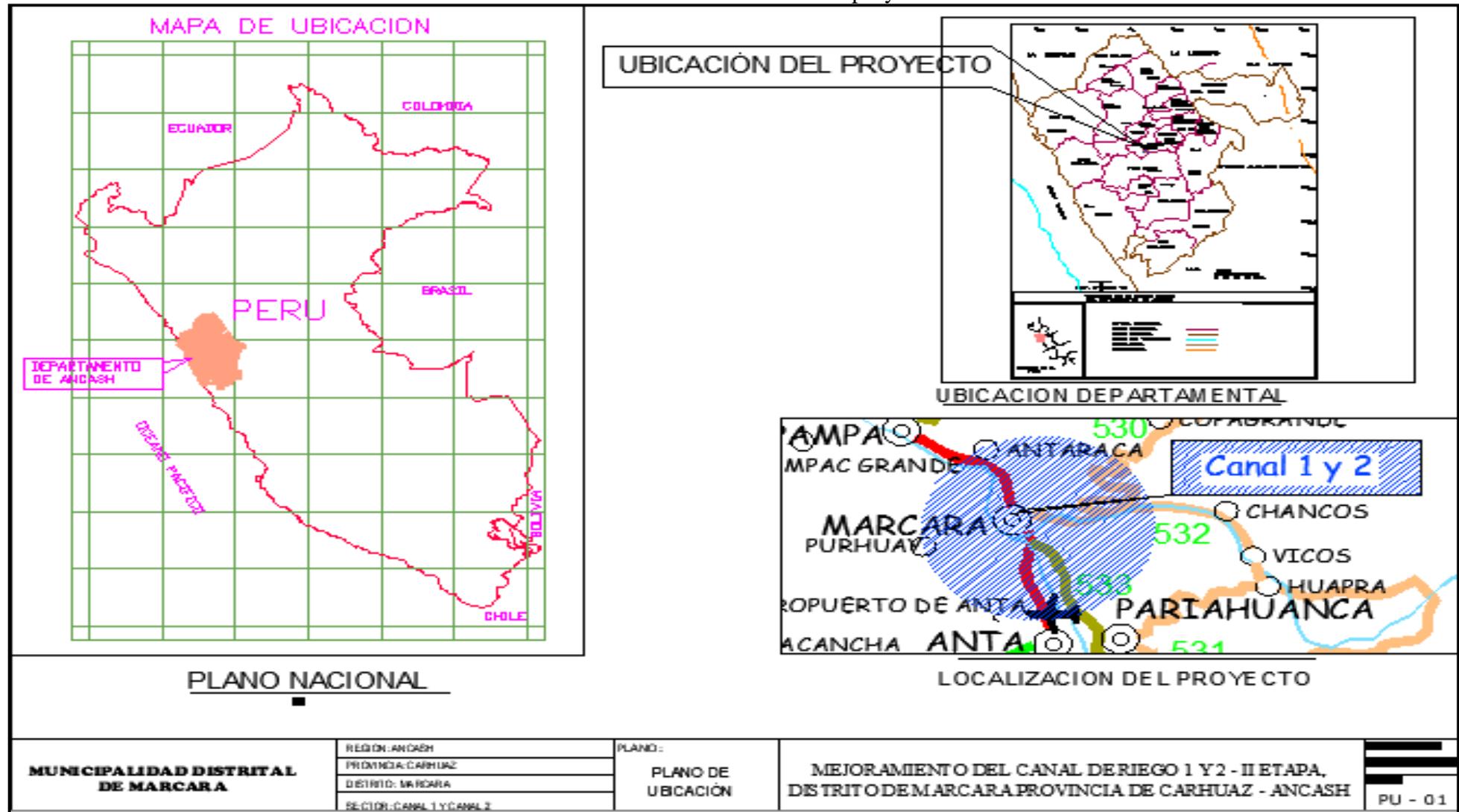
- (29) Comité ACI 224R-01. Control de la fisuración en estructuras de hormigón. American Concrete Institute Farmington Hills, Mi. [Internet]. 2001 [Citado 28 Mar 2019]. Disponible en:  
[https://www.academia.edu/28125509/ACI\\_224R-01](https://www.academia.edu/28125509/ACI_224R-01)
- (30) De la Cruz D. Erosión del concreto en estructuras hidráulicas. [Base de datos en Internet] [Citado 28 Mar 2019]. Disponible en:  
<https://edoc.pub/erosion-del-concreto-en-estructuras-hidraulicas-pdf-free.html>
- (31) Grupo Técnico. Manual de Inspección visual de estructuras de drenaje. Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. [Manual en línea]. 2006 [Citado 28 Jun 2019]. Disponible en:  
<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>
- (32) Aguado A, Agullo L, Fdez M, Salla J, editores. Diagnóstico de daños y reparación de obras hidráulicas de hormigón. 1ª ed. España: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; 1996.
- (33) Palacios E. La eficiencia en el uso del agua en los Distritos de riego. México. Colegio de Posgraduados Montecillo. 250p. 2004.
- (34) Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego. Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego. Lima, Perú; [Seriada en internet] 2015 [Citada 28 Jun 2019]: 9 - 36. Disponible en:  
[https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual\\_determinacion\\_eficiencia\\_riego.pdf](https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf)
- (35) Comité Institucional de Ética en Investigación, CÓDIGO DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN, ULADECH; 2016.

# Anexos

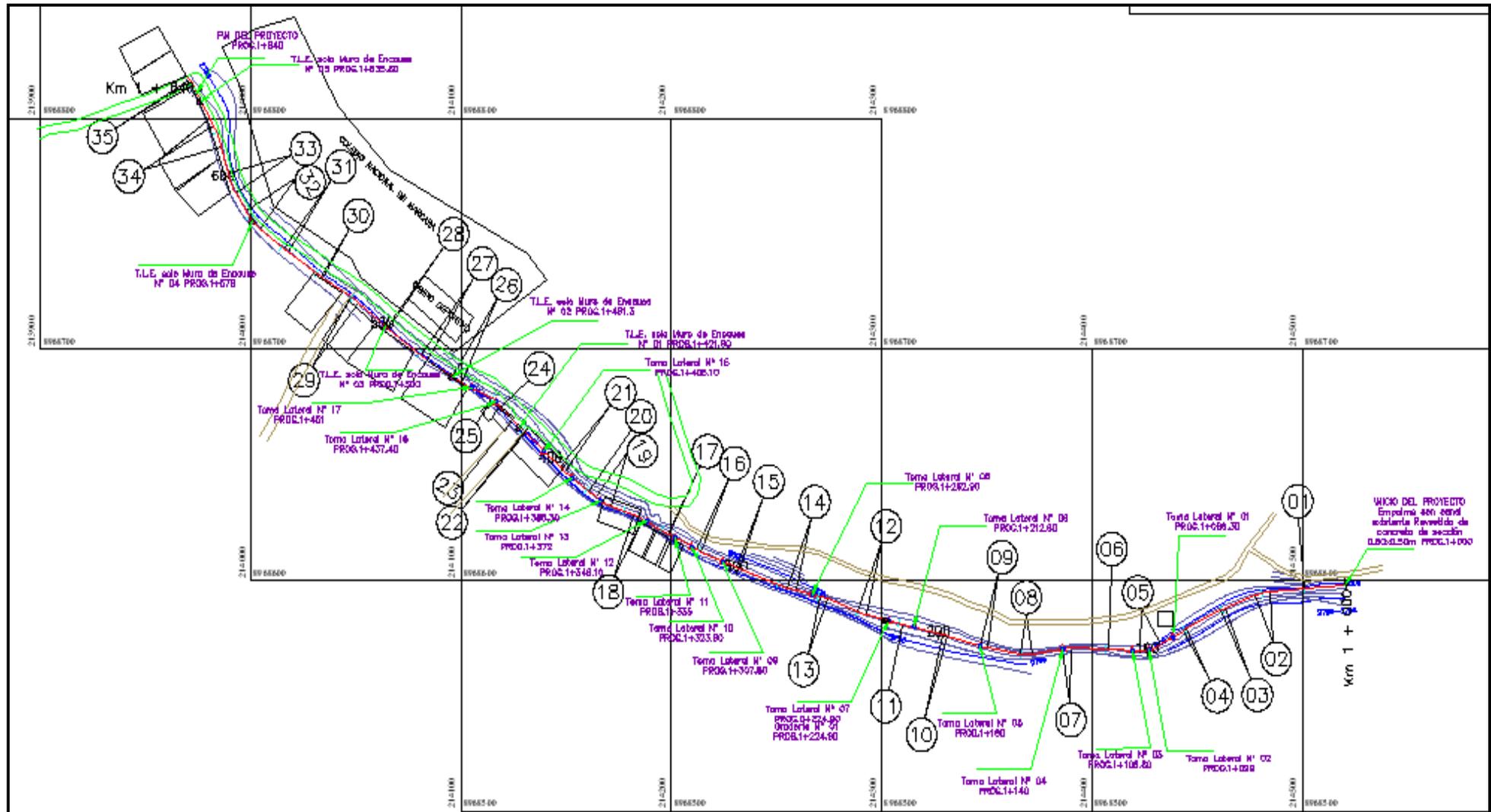
## Anexo 1: Planos de Ubicación



Anexo 2: Planos de Localización del proyecto.



### Anexo 3: Plano de perfil del canal 2

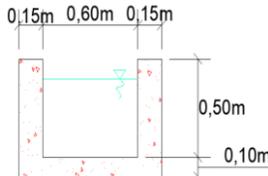


Anexo 4: Clasificación de patologías según su origen.

<b>CLASIFICACION DE PATOLOGIAS</b>	
<b>ORIGEN</b>	<b>PATOLOGIAS</b>
<b>MECANICAS</b>	GRIETAS
	FISURAS
	IMPACTO
	FRACTURA
<b>FISICAS</b>	EROSION
<b>BIOLOGICAS</b>	MUSGO
	MOHO

Fuente: Elaboración propia; 2019.

Anexo 5: Ficha de recolección de datos

	<b>FICHA DE RECOLECCION DE DATOS</b>																																											
	Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019																																											
DATOS GENERALES				Patologías			Nivel de severidad			CARACTERISTICA DEL CANAL																																		
Evaluadora:	Janeth Manesa Alva Ramirez			Grietas	Leve	Moderado	Severo					"a": Abertura de grieta en mm.																																
Asesor:	Mgr. Victor Hugo Cantu Prado				Fisuras	< 2 mm	2 - 5 mm					> 5 mm	"Pa": Profundidad afectada mm																															
Ubicación:	Distrito de Marcará - Carhuaz - Ancash			Impacto	< 0.2 mm	0.2 - 0.4 mm	< 1 mm	"Pe": Profundidad erosionada, mm																																				
N° de Muestra:				Erosion	Hasta 5%	5% - 20%	> 20%	"Pd": Profund. de descascaramiento, mm																																				
Progresiva:	Del Km:	Al Km:		Descascaramiento	*	3 a 10 mm	**	"Tf": Tamaño de fonde, mm.																																				
Fecha:				Musgo	0 a 10 mm	> 10 mm Tf		*No expone el agregado grueso																																				
				Moho	***	No aplica	No aplica	**El agregado esta expuesto y sobresale.																																				
								***: Presencia de mancha de color gris, verde, negro o marron, en la estructura																																				
	MURO DERECHO				MURO IZQUIERDO				FONDO DEL CANAL																																			
<b>PATOLOGIAS - NIVEL DE SEVERIDAD</b>	Grietas	N° →	1	2	3	<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)	N° →	1	2	3	<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)	N° →	1	2	3	<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)																
		"a"					"a"					"a"					"a"					"a"					"a"																	
		L					1					L					L					L					L																	
	M				2						M					M					M					M																		
	S				3						S					S					S					S																		
	Fisuras	"a"					<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)	"a"					<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)	"a"					<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)													
		L						1				L						L					L						L															
		M						2					M						M						M					M														
	S				3							S						S					S						S															
	Impacto	"Pa"						<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)	"Pa"						<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)		"Pa"					<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)										
		L							1				L							L						L						L												
		M							2					M							M							M					M											
	S				3								S							S						S						S												
	Erosion	"Pe"							<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)	"Pe"							<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)		H (m)	Total (m2)		"Pe"					<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)							
		L								1				L								L							L						L									
		M								2						M							M								M					M								
	S				3									S								S							S						S									
	Descas	"Pd"								<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)		"Pd"							<b>AREA AFECTADA</b>		N°	L (m)		H (m)	Total (m2)		"Pd"					<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)				
		L									1					L									L							L						L						
		M									2							M								M								M					M					
	S				3											S									S							S						S						
	Musgo	"Tf"									<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)		Total (m2)		"Tf"								<b>AREA AFECTADA</b>		N°	L (m)		H (m)	Total (m2)		"Tf"					<b>AREA AFECTADA</b>	N°	L (m)	H (m)	Total (m2)	
		L										1						L										L							L						L			
		M										2								M									M								M					M		
S				3										S						S									S						S									
Moho	L				<b>AREA AFECTADA</b>	N°						L (m)	H (m)	Total (m2)	L							<b>AREA AFECTADA</b>		N°	L (m)			H (m)	Total (m2)		L						<b>AREA AFECTADA</b>	N°		L (m)	H (m)	Total (m2)		
	Color					1									Color									Color								Color								Color				
						2																																						
				3																																								

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Anexo 6: Ficha de resumen de recolección de datos.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS										UM					
Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2019															
DATOS GENERALES			PATOLOGIA		LEYENDA	CARACTERISTICA DEL CANAL		ELEMENTO DEL CANAL							
EVALUADORA:	JANEIH MANESA ALVA RAMIREZ		Grietas	= g	[Red]	Tipo de canal = Canal Rectangular		MURO DERECHO (M.D) = 6.00 m <sup>2</sup>							
ASESOR:	Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO		Fisuras	= f	[Blue]	Base del canal (b) = 0.60 m		MURO IZQUIERDO (M.I) = 6.00 m <sup>2</sup>							
UBICACIÓN:	DISTRITO MARCARA - CARHUAZ - ANCASH		Impacto	= i	[Yellow]	Altura del canal (H) = 0.50 m		FONDO DEL CANAL (F.C) = 7.20 m <sup>2</sup>							
ANTIGÜEDAD:	6.5 AÑOS		Erosion	= e	[Red]	Espesor canal (e) = 0.10 y 0.15 m		A. TOTAL DE LA U.M = 19.20 m <sup>2</sup>							
USO:	CANAL DE REGADIO		Fractura	= t	[Magenta]	Longitud de la U.M = 12 m		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Paño 1 = P1</td> <td>Paño 3 = P3</td> </tr> <tr> <td>Paño 2 = P2</td> <td>Paño 4 = P4</td> </tr> </tbody> </table>		DATOS		Paño 1 = P1	Paño 3 = P3	Paño 2 = P2	Paño 4 = P4
DATOS															
Paño 1 = P1	Paño 3 = P3														
Paño 2 = P2	Paño 4 = P4														
PROGRESIVA:	Del Km:	Al Km:	Musgo	= m	[Green]	Inclinacion de talud (Z) = 0.00									
FECHA:			Moho	= h	[Black]	N° DE MUESTRAS: 12 MUESTRAS									
SECCION TIPICA DE LA UNIDAD MUESTRAL					REPRESENTACION GRAFICA										
<b>NOTA:</b> "Ag": Abertura de grieta, "Af": Abertura fisura, "Pi": Profundidad de impacto del espesor, "Pe": Profundidad erocionada, "Sb": Separacion de bloques, "Tf": Tamaño de frondes.															
ELEMENTO	PATOLOGIA	Dimensiones Area afectada		Ag (mm)	Af (mm)	Pi (cm)	Pe (mm)	Sb (mm)	Tf (mm)	color	FOTOGRAFIA				
		L (m)	h (m)												
MURO DERECHO															
MURO IZQUIERDO															
FONDO DEL CANAL															

Fuente: Elaboración propia; 2019.

Anexo 7: Ficha técnica de evaluación.

	FICHA TECNICA DE EVALUACION											UM				
	Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego 2, entre las progresivas 0+000 km – 1+020 km del Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz Departamento de Ancash - 2019															
EVALUADORA: JANETH MANESA ALVA RAMIREZ						Mgtr. VICTOR HUGO CANTU PRADO										
PROGRESIVA: Del Km:			Al Km:			AREA TOTAL:				FECHA:						
Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	Patologia	Dimensines Area afectada		Abertura (Ag y Af) (mm)	% Pi	% Pe	Sb (mm)	Tf (mm)	Color	Area afectada (m <sup>2</sup> )	% Area Afectada	Nivel de Severidad			
			L (m)	h (m)												
MURO DERECHO																
MURO IZQUIERDO																
FONDO DE CANAL																
FICHA DE EVALUACION POR ELEMENTO Y PATOLOGIA																
Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	Patologia Predominante	Area afectada		Area no afectada		N.S	Patologia	M.D		M.I		F.C		Total (m <sup>2</sup> )	Total (%)
			m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%			m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%		
MURO DERECHO								Grieta								
MURO IZQUIERDO								Fisura								
FONDO DE CANAL								Impacto								
								Erosion								
								Fractura								
								Musgo								
								Moho								
<b>U.M TOTAL</b>																
RESUMEN DE EVALUACION																
% U.M Total por elemento	MURO DERECHO						Nivel Severidad	Area Afectada		Patologia		Ubicación				
	MURO IZQUIERDO															
	FONDO DE CANAL															

Fuente: Elaboración propia; 2019.

Anexo 8: Cronograma de Actividades.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	DURACION				
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Trámite administrativo para la recolección de la información.	x				
Planeamiento de la investigación – marco teórico y conceptual.	x				
Metodología, introducción y referencia bibliográfica.		x			
Presentación de su proyecto al jurado.		x			
Revisión de su proyecto por el jurado.		x			
Levantamiento de observaciones de su proyecto al jurado.		x			
Subir el proyecto corregido.			x		
Validación del instrumento de recolección.			x		
Revisión de sus resultados.			x		
Subir el pre informe, revisión del jurado.			x		
Revisión y levantamiento de observaciones del informe.				x	
Subir el informe, corrector de estilo y estadístico.				x	
Subir pre banca, empastado.				x	
Artículo científico y ponencia.				x	
Sustentación de tesis ante el jurado.				x	
Cierre del taller.					x

Fuente: Elaboración propia; 2019.

Anexo 9: Presupuesto de la investigación.

<b>MATERIALES</b>	<b>UND. DE MEDICION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>I. Bienes</b>				<b>S/ 55.00</b>
1.1 Papel Bond 75 gr. Tamaño A4	Millar	1.00	26.00	26.00
1.3 Cuaderno A4	Und.	1.00	5.00	5.00
1.4 Lapiceros	Und.	3.00	8.00	24.00
<b>II. Servicios</b>				<b>S/ 150.00</b>
2.1 Impresión Tamaño A4	Glb.	1.00	50.00	50.00
2.2 Internet	Glb.	1.00	100.00	100.00
<b>3 Materiales y Equipos</b>				<b>S/ 85.00</b>
3.1 Alquiler de GPS	Glb	1.00	50.00	50.00
3.2 Wincha 5 m y 50 m	Glb	1.00	35.00	35.00
<b>4 Transporte</b>				<b>S/ 100.00</b>
4.1 Movilización a la zona de estudio.	Glb.	1.00	10.00	100.00
<b>5 Personal de apoyo</b>				<b>S/ 100.00</b>
5.1 Personal de apoyo	Glb.	1.00	100.00	100.00
<b>Total del Presupuesto del Proyecto</b>				<b>S/ 490.00</b>

Fuente: Elaboración propia; 2019.

## Anexo 10: Panel Fotográfico

**Fotografía N° 01:** Canal 2, progresiva 0+000 km del Distrito de Marcará.



**Fotografía N° 02:** Patología del concreto, grieta en el muro del Canal 2.



**Fotografía N° 03:** Agrietamiento e impacto en el muro izquierdo producto del deslizamiento de tierras y rocas de taludes altos.



**Fotografía N° 04:** Vista del entorno del canal, realizando mediciones.

