



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA  
CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS  
DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE  
CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL  
CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE  
INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ,  
DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2018**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL  
GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN  
INGENIERIA CIVIL**

AUTOR

**RODRIGUEZ SANCHEZ, CHRISTIAN FERNANDO  
ORCID: 0000-0001-7740-9830**

ASESOR

**RODRIGUEZ MINAYA, YONY EDWIN  
ORCID: 0000-0002-0163-5927**

**HUARAZ – PERÚ**

**2020**

## **1. Título de la tesis**

Determinación y evaluación de patologías del concreto en las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash - 2018

## **2. Equipo de trabajo**

### **AUTOR**

Rodriguez Sánchez, Christian Fernando

ORCID: 0000-0001-7740-9830

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

### **ASESOR**

Rodriguez Minaya, Yony Edwin

ORCID: 0000-0002-0163-5927

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

### **JURADO**

Cantu Prado, Víctor Hugo

ORCID: 0000-0002-6958-2956

Dolores Anaya, Dante

ORCID: 0000-0003-4433-8997

Vásquez León, Javier Enrique

ORCID: 0000-0002-0664-7783

### 3. Hoja de firma del jurado y asesor

---

Mgtr. Cantu Prado, Víctor Hugo  
Presidente

---

Mgtr. Dolores Anaya, Dante  
Miembro

---

Mgtr. Vásquez León, Javier Enrique  
Miembro

---

Mgtr. Rodriguez Minaya, Yony Edwin  
Asesor

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

### **Agradecimiento**

#### **A DIOS**

En primera instancia agradezco a dios por brindarme toda la capacidad y sabiduría para poder realizar este proyecto de investigación y orientarme siempre por el camino del bien para concretar mis objetivos anhelados.

#### **A LOS DOCENTES**

Agradezco a los docentes que me fortalecieron con grandes conocimientos y valores para servir a la sociedad y servir como profesional en el ámbito de la Ingeniería Civil.

## **Dedicatoria**

### **A MI FAMILIA**

Este proyecto va dedicado a mi familia y en especial a mi madre Beatriz que a pesar de muchas adversidades en el camino siempre me apoyo en todo momento para no flaquear y así seguir adelante cumpliendo todas mis metas trazadas.

### **A MIS AMIGOS**

También dedico este proyecto de investigación a todos mis amigos con los que compartí aula de clases de los cursos de Ingeniería civil, ya que con su ayuda concretamos muchos trabajos.

## **5. Resumen y abstract**

### **Resumen**

La presente tesis tiene como problema de investigación ¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías del concreto en las estructuras hidráulicas de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, nos permitirá obtener la condición de servicio actual?, el objetivo de la investigación es determinar y evaluar las patologías del concreto en las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, para obtener la condición de servicio. La metodología tiene como tipo de investigación mixta; cualitativa y cuantitativa, y de nivel descriptivo, en su diseño un estudio de tipo no experimental. La población constituido por la infraestructura de cabecera del sistema de agua potable y la muestra conformada por la captación y la línea de conducción del sistema de agua potable en el centro poblado Unchus, considerando como variables las patologías del concreto y condición de servicio, La técnica utilizada es la observación y el instrumento es la ficha de recolección. El plan de análisis es transferir los datos patológicos obtenidos a hojas Excel donde se determinó los tipos, áreas afectadas, niveles de severidad y condición de servicio. Como resultado las patologías de mayor incidencia son Grietas con 9.47 % de área afectada y Erosión con 19.30% de área afectada, concluyendo que el nivel de severidad predominante en todas las unidades muestrales es Moderada y la condición de servicio actual en las estructuras de cabecera del sistema de agua potable es regular.

**Palabras claves:** Canal, Concreto, Condición de servicio, Patología.

## **Abstract**

The present thesis has as a research problem To what extent the determination and evaluation of concrete pathologies in the hydraulic head structures of the drinking water system of the populated center Unchus, allows us to obtain the current service condition?, The objective of the Research is to determine and evaluate the pathologies of concrete in the head structures of the drinking water system of the Unchus populated center, Independencia district, Huaraz province, Ancash Department, to obtain service status. The methodology has as a type of mixed research; qualitative and quantitative, and descriptive level, in its design a non-experimental study. The population is made up of the headwater infrastructure of the drinking water system and the sample made up of the intake and the line of the drinking water system in the populated center Unchus, considered concrete pathologies as a variable. The technique is observation and the instrument is the collection tab. The analysis plan is the transfer of pathological data to Excel spreadsheets where the types, controlled areas, severity levels and service condition are determined. As a result, the pathologies with the highest incidence are Cracks with 9.47% of affected area and Erosion with 19.30% of affected area, concluding that the predominant level of severity in all multiple units is Moderate and the current service condition in the head structures of the Drinking water system is regular.

**Key words:** Canal, Concrete, Condition of service, Pathology.

## 6. Contenido

|  |            |
|--|------------|
| 1. Título de la tesis .....                                | ii         |
| 2. Equipo de trabajo .....                                 | iii        |
| 3. Hoja de firma del jurado y asesor .....                 | iv         |
| 4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria .....            | v          |
| 5. Resumen y abstract .....                                | vii        |
| 6. Contenido.....  | ix         |
| 7. Índice de gráficos, tablas y cuadros .....              | x          |
| <b>I.    Introducción .....</b>                            | <b>1</b>   |
| <b>II.   Revisión de la literatura .....</b>               | <b>5</b>   |
| <b>III.  Metodología.....</b>                              | <b>34</b>  |
| 3.1.  Diseño de la investigación .....                     | 34         |
| 3.2.  Población y muestra.....                             | 35         |
| 3.3.  Definición y Operacionalización de variables .....   | 36         |
| 3.4.  Técnicas e Instrumento de recolección de Datos ..... | 37         |
| 3.5.  Plan de análisis .....                               | 38         |
| 3.6.  Matriz de consistencia .....                         | 39         |
| 3.7.  Principios éticos.....                               | 42         |
| <b>IV.   Resultados.....</b>                               | <b>44</b>  |
| 4.1.  Resultados.....                                      | 44         |
| 4.1.  Análisis de resultados .....                         | 113        |
| <b>VI.   Conclusiones.....</b>                             | <b>122</b> |
| <b>Aspectos complementarios .....</b>                      | <b>125</b> |
| <b>Referencias bibliográficas.....</b>                     | <b>125</b> |
| <b>Anexos .....</b>  | <b>129</b> |

## 7. Índice de gráficos, tablas y cuadros

### Índice de gráficos:

- *GRÁFICO 1.* Diseño de investigación .....34
- *GRÁFICO 2.* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 01 .....49
- *GRÁFICO 3.* Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N°01 ...50
- *GRÁFICO 4* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 02 .....54
- *GRÁFICO 5.* Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 02...55
- *GRÁFICO 6* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 03 .....59
- *GRÁFICO 7.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 03 .....60
- *GRÁFICO 8* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 04 .....64
- *GRÁFICO 9.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 04 .....65
- *GRÁFICO 10* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 05 .....69
- *GRÁFICO 11.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 05 .....70
- *GRÁFICO 12* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 06 .....74
- *GRÁFICO 13.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 06 .....75
- *GRÁFICO 14* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 07 .....79
- *GRÁFICO 15.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 07 .....80
- *GRÁFICO 16* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 08 .....84
- *GRÁFICO 17.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 08 .....85
- *GRÁFICO 18* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 09 .....89
- *GRÁFICO 19.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 09 .....90
- *GRÁFICO 20* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 10 .....94
- *GRÁFICO 21.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 10 .....95
- *GRÁFICO 22* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 11 .....99

- *GRÁFICO 23.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 11 ..... 100
- *GRÁFICO 24* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 12 ..... 104
- *GRÁFICO 25.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 12..... 105

**Índice de tablas:**

- *TABLA 1* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 01 .....45
- *TABLA 2.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°01 .....48
- *TABLA 3.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°01 .....49
- *TABLA 4* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 02 .....51
- *TABLA 5.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°02 .....53
- *TABLA 6.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°02.....54
- *TABLA 7* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 03 .....56
- *TABLA 8* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°03 .....58
- *TABLA 9* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°03 .....59
- *TABLA 10* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 04 .....61
- *TABLA 11.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N° 04 .....63
- *TABLA 12.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°04.....64
- *TABLA 13* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 05 .....66
- *TABLA 14.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°05 .....68
- *TABLA 15.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°5.....69
- *TABLA 16* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 06 .....71
- *TABLA 17.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°6 .....73
- *TABLA 18.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°6.....74
- *TABLA 19* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 07 .....76
- *TABLA 20.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°07 .....78
- *TABLA 21.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°07.....79
- *TABLA 22* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 08 .....81
- *TABLA 23.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°08 .....83
- *TABLA 24.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°08.....84
- *TABLA 25* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 09 .....86
- *TABLA 26.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°9 .....88
- *TABLA 27.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°09.....89

- *TABLA 28* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 10 .....91
- *TABLA 29.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°10 .....93
- *TABLA 30.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°10.....94
- *TABLA 31* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 11 .....96
- *TABLA 32.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°11 .....98
- *TABLA 33.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°11 .....99
- *TABLA 34* Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 12 ..... 101
- *TABLA 35.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°12 ..... 103
- *TABLA 36.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°12... 104
- *TABLA 37* Porcentaje de areas afectadas totales según patologías del concreto en la captación del sistema de agua potable ..... 107
- *TABLA 38* Porcentaje de areas afectadas totales por elemento según patologías del concreto en la línea de conducción del sistema de agua potable ..... 108
- *TABLA 39* Resumen del área afectada de cada patología en la línea de conducción ..... 109
- *TABLA 40* Resumen de los niveles de severidad predominantes en las unidades muestrales de la línea de conducción..... 110
- *TABLA 41.* Volumen de agua de entrada y salida del canal ..... 112
- *TABLA 42* Cronograma de actividades ..... 131
- *TABLA 43* Presupuesto desembolsable ..... 132
- *TABLA 44* Ficha técnica de recolección de datos ..... 133

**Índice de cuadros:**

- *CUADRO 1* Nivel de severidad del musgo..... 26
- *CUADRO 2* Nivel de severidad del moho ..... 27
- *CUADRO 3* Nivel de severidad de la erosión ..... 28
- *CUADRO 4* Nivel de severidad del fracturamiento ..... 29
- *CUADRO 5* Nivel de severidad de la grieta ..... 30
- *CUADRO 6* Nivel de severidad de la fisura ..... 31
- *CUADRO 7* Condición de servicio..... 32
- *CUADRO 8* Condición de servicio..... 33
- *CUADRO 9* Operacionalización de variables ..... 36
- *CUADRO 10* Matriz de consistencia..... 40

## **I. Introducción**

La construcción, conservación y explotación de proyectos de estructuras hidráulicas es un trabajo principal para el hombre ya que con ayuda de estos proyectos serán beneficiados de distinta manera, aún más, si se tiene por entendido, que al igual que muchos otros recursos, sus provisiones no son para toda la vida, pudiendo terminarse al no renovarse en la misma cantidad que se explotan, es por esta medida que dichos proyectos deben de ser construidos de la manera más eficaz técnicamente para a un largo plazo no tener pérdidas de agua mediante problemas patológicos que afecten su trabajo en su totalidad.

En un sistema de agua potable, las patologías se dan debido: Un mal diseño o ejecución del proyecto, uso de materiales de mala calidad, etc. Es por este motivo que estudiando los problemas patológicos en dicha estructura hidráulica, definiremos y optaremos por elaborar conclusiones sobre su prevención para su respectivo tratamiento.

Las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del Distrito de Independencia no son ajenos a esta realidad por ende nos obliga a tomar en cuenta la evaluación y determinación del estado actual de algunas estructuras hidráulicas que presentan patologías mediante un diagnóstico preventivo. Es por ello que el presente trabajo de investigación se plantea el siguiente enunciado del problema ¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías del concreto en las estructuras hidráulicas de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, nos permitirá obtener la condición de servicio actual?, tiene como objetivo de determinar y evaluar, las patologías del concreto en las Estructuras del Cabecera del Sistema de Agua Potable del centro poblado de Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2018, para así brindar resultados patológicos que se

encuentran en dichas estructuras y esto nos permita obtener la condición de servicio actual.

Este estudio se justifica porque se desea obtener una medida necesaria para prevenir y corregir los problemas patológicos del concreto en las estructuras hidráulicas de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado de Unchus, ya que es de vital importancia el uso y consumo de agua potable para el subsistir diario de los pobladores de la zona, si no hubiese una buena dotación de agua para el consumo humano generaría conflictos sociales, enfermedades, etc. Por esa razón para una buena distribución de agua potable se necesita una infraestructura que trabaje en su máximo rendimiento sin problema y así no afecte la dotación diaria de agua potable para la población de Unchus.

La metodología que se utilizó es de tipo de investigación cualitativa, cuantitativa, observacional, de corte transversal; el nivel de la investigación es descriptivo y el diseño de la investigación no experimental que consiste en definir la muestra, para observar, analizar y evaluar las patologías; con estos presentar resultados; la población del presente trabajo de investigación estará constituido por las estructuras de cabecera del sistema de agua potable en el centro poblado de Unchus, del distrito de Independencia, provincia Huaraz, región Ancash y la muestra estará conformada por la captación y línea de conducción del sistema de agua potable en el centro poblado de Unchus específicamente 12 unidades muestrales, la cual fue observada, analizada y evaluada mediante las patologías del concreto y la condición de servicio basándonos en sus indicadores. La técnica principal utilizada es la observación no experimental, lo cual será de mucha importancia en el proceso de obtener los datos en el instrumento de evaluación que será la ficha técnica de recolección que será de un formato técnico de

inspección elaborado por el autor, en la cual se registraran los agentes patológicos, áreas de afectación encontradas y niveles de severidad en el concreto. El plan de análisis que se realizará consiste en transferir los datos de campo obtenidos a hojas del software Excel donde se determina las áreas afectadas, y se analiza los niveles de severidad de las patologías en presentaciones de cuadros y gráficos estadísticos sobre las patologías encontradas.

Como resultado Las patologías concurrentes en las 12 unidades muestrales de nuestro objeto de estudio son Erosión (E), Grietas (G), Fisuras (F), Fracturamiento (Fr) Y Moho (Mo); el porcentaje de área afectada total por cada patología, fracturamiento con 2.37%, moho con 1.99% son las patologías de menor daño para la estructura; por otra parte, la grieta con 9.47%, la erosión con 19.30% y el fisura con 8.74%.

Concluyendo que las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, en la captación y especialmente la línea de conducción; los tipos de patologías que se encontraron en las 12 unidades muestrales fueron: fisuras, grietas, fracturación, erosión, sello de junta y moho, lo cual en la unidad muestral 4 Y 5 se presentó la mayor cantidad de área afectada; las patologías evaluadas fueron: grietas con un 9.47 % de área afectada con un nivel de severidad moderado , erosión 19.30 % con un nivel de severidad leve, fisura con 8.74% de severidad moderado, moho con 1.99% de nivel de severidad leve y fracturamiento con 2.37% con un nivel de severidad moderado; teniendo un total de porcentaje de afectación de patologías acumuladas en 41.87% de área afectada con un nivel de severidad predominante moderado, es por eso que la actual condición de servicio de las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, es regular por que se encuentra afectada por diversas

patologías que tienen niveles de severidad predominante moderado que se concentran en mayor porcentaje a nivel de toda la línea de conducción debido al gran impacto que sufre por las patologías mecánicas y físicas como el fracturamiento, grieta y erosión; afectando de esta manera la función principal de la línea de conducción que es de conducir el recurso hídrico de manera fluida y eficientemente sin pérdidas.

## **II. Revisión de la literatura**

### **2.1. Antecedentes**

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

##### **a) Evaluación de las Patologías de Plantas de Potabilización**

###### **dentro de la ciudad de Santa Clara – 2016.**

Según Ortiz (1) el objetivo principal de esta investigación fue la “Evaluación del estado actual del espacio exterior del concreto en las estructuras hidráulicas de Plantas de Potabilización dentro de la ciudad de Santa Clara”.

Para Ortiz (1) “La metodología utilizada fue mediante una secuencia de pasos, en un diseño de campo bibliográfico como inspección inicial inspección preliminar levantamiento de deterioros realización de ensayos rápidos o generales recopilación de antecedentes confección de fichas y planos pre diagnóstico”.

Después de evaluar las patologías dentro del objeto de estudio, se obtuvieron estos resultados. En la estructura de aireación aguas arriba: Se observaron dos fallas el desgaste del concreto por socavación produciendo la visualización del acero y la pérdida de un tramo de la segunda rampa, El lanzador: dicha estructura se visualizaron grietas de uno a dos centímetros aproximadamente y una erosión leve. (1)

Ortiz (1) obtuvo estas conclusiones: “Se requiere la restauración en el canal 1 para aminorar daños a larga duración en el mortero y de esa forma garantizar un buen funcionamiento hidráulico. Elaborar

un plan de manejo para garantizar una óptima operatividad de las estructuras en este caso el vertedero de la presa”.

**b) Propuesta de Procedimiento para la Evaluación y Diagnóstico de Obras Hidráulicas, Cuba- Santa Clara - 2015.**

Según Crespo (2) el objetivo principal de esta investigación fue “Realizar el diagnóstico de las obras hidráulicas en Santa Clara para encontrar patologías del concreto, mediante un diseño de campo bibliográfico”.

Crespo (2) empleo la metodología: “Definir el problema de estudio, recopilar información de la bibliografía general realizando la visualización de toda la estructura hidráulica”.

Por ello se obtuvieron estos resultados, Se utilizó un documento o planilla en forma de lista/marca modelo N°1 formato de inspección visual detallada del anexo N°3, donde se observa la situación actual de la obra. Este instrumento nos ayuda a tener una idea preliminar para poder realizar su mantenimiento, el cambio de estructuras dañinas (reparándolos) o en algunos casos cambiando por completo partes de la estructura, En la etapa de visualización de campo se obtiene, el deterioro del mortero efecto del alargamiento y reducción que sufre el concreto generando grietas en el material y esto provocando fugas de agua en el canal. (2)

Según Crespo (2) “Las conclusiones planteadas fueron: La conclusión es que las patologías del concreto que se presentan en la

obra son provocadas por diversas causas y se manifiestan de diferentes formas la principal causa es el tipo de mortero que se utilizó en la ejecución”.

**c) Informe sobre patologías en la planta de El Dorado patología en estructuras hidráulicas, Colombia -2012.**

Según Ovalle (3) la planta de tratamiento el Dorado ubicada en la localidad de Usme – Bogotá, plantea como objetivo general “Establecimiento de las patologías que afectan la estructura del objeto de estudio, para demostrar con este análisis la competencia adquirida dentro del módulo de Patología en Estructuras hidráulicas”.

Ovalle (3) “utilizo como metodología información especializada en patologías de la construcción en esta investigación”.

Concluyó: Los principales elementos del diagnóstico son la observación, calificación de las lesiones y los ensayos de laboratorio que nos permitan cualificarlas. Respecto de este informe se cumplieron las dos primeras quedando pendiente la tercera, por tanto, es claro que el diagnóstico presentado deberá ser reajustado con la elaboración de los ensayos requeridos; Dentro de las principales lesiones registradas en la visita se encuentran las erosiones por efecto de la abrasión producida por el agua y que en algunas estructuras ha alcanzado la profundidad del espesor del recubrimiento lo que nos da aceros expuestos y desarrollando corrosión. (3)

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

#### a) **Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto en Canal de Irrigación Mesacucho en el Tramo 0+000 hasta 1+000km Sector Chuspín, Distrito Casca; Provincia Mariscal Luzuriaga; Región Áncash - 2018.**

Según Santos (4) la investigación tuvo como objetivo; “Identificar los tipos de patologías, evaluar las patologías que se presentan en las áreas afectadas y determinar la condición de servicio en canal de irrigación mesacucho en el tramo 0+000 hasta 1+000km sector Chuspín, Distrito Casca; Provincia Mariscal Luzuriaga; Región Ancash”.

Para este proyecto la metodología:

Recopilación de antecedentes preliminares; en esta etapa se realizó la búsqueda, el ordenamiento, análisis y validación de datos existentes y de toda la información necesaria que ayudó a cumplir los objetivos, además de la formulación de una hoja de cálculo que facilitó el diagnóstico del estado del concreto en el canal de conducción. (4)

Las conclusiones que se obtuvieron de la investigación fueron:

El análisis y procesamiento de datos se realizaron en Microsoft Excel 2016, elaborándose tablas y gráficos, llegando a las siguientes conclusiones; grieta un 5.55%, fisura un 1.47%, vegetación un 5.63%, erosión un 4.94%, sedimentación un 7.50% y moho un 10.88%. Teniendo un porcentaje de afectación de patologías acumuladas en el canal: lado derecho con 41.30%,

fondo del canal con 26.28% y lado izquierdo con 38.40%, La condición de servicio actual en el canal es REGULAR por el cual se tiene que hacer el adecuado mantenimiento de la estructura del canal y el área afectada que tiene el canal. (4)

**b) Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto En el Canal de Regadío Carlos Leigh, Tramo 32+100 Hasta 33+100, Distrito Chimbote.**

Según Vivanco (5) el objetivo principal fue la “Determinación y evaluación de los tipos de patologías del concreto que presento el canal de riego Carlos Leigh, distrito de Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash”.

La metodología empleada para este proyecto:

Con referencia al y nivel de la investigación señala: es del tipo descriptivo, porque solo consistió en recolectar datos, describir, determinar y evaluar la realidad in situ, sin alterarla de ningún modo. Nivel de investigación fue cualitativo, de acuerdo a la naturaleza del estudio de investigación, no experimental y de corte transversal. (5)

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: El área afectada del total fue de 695.02 metros cuadrados, el área sin daños 1,306.00 metros cuadrados, el porcentaje que representa el área afectada es de 34.71 % y el porcentaje que representa el área sin daños fue 65.31 % del área total respectivamente, La cantidad de patologías encontradas en el objeto de estudio, fueron 30

dentro de ellos se sacó un porcentaje del total especificando cada uno: agrietamiento equivalente a un 264.63 metros cuadrados igual a un 13.24 por ciento, Erosión 15.94 por ciento equivalente a un área 319.08 metros cuadrados, Vegetación 2.39 por ciento equivalente a un área 47.86 metros cuadrados, Fisuras en bloque de concreto 0.78 por ciento equivalente a un área 15.35 metros cuadrados. (5)

La conclusión obtenida fue: El nivel de severidad de las patologías obtenidas en el total del tramo evaluado es leve. (5)

**c) Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto en el Canal de Regadío Chaquecocha Aguacoto entre las Progresivas 0+350 Al 1+000 Km y Del 1+050 Al 1+400km del Caserío de Ranraucro, Distrito De Recuay, Provincia de Recuay, Departamento De Ancash – 2018.**

Según Martínez (6) el presente trabajo tiene como objetivo “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de regadío canal de regadío Chaquecocha Aguacoto entre las progresivas 0+350 al 1+000 km y del 1+050 al 1+400 km del caserío de Ranraucro, distrito de Recuay, provincia de Recuay, departamento de Ancash”.

El canal de regadío Chaquecocha Aguacoto del caserío de Ranraucro, presenta patologías a causa de fallas en el diseño, proceso constructivo, falta de mantenimiento, factores adversos a la naturaleza. (6)

La metodología empleada:

Con referencia al y nivel de la investigación señala: es del tipo descriptivo, porque solo consistió en recolectar datos, describir, determinar y evaluar la realidad in situ, sin alterarla de ningún modo. Nivel de investigación fue cualitativo, de acuerdo a la naturaleza del estudio de investigación, no experimental y de corte transversal. (6)

El análisis de Resultados da a conocer que: Predomina la patología de erosión con un 20.00%, seguido de la patología de eflorescencia con 10.92%, luego la patología de vegetación con 6.89% y por último las patologías de grietas y fisuras que estadísticamente no son significativas, además se obtuvo que las patologías: fisura, grieta, erosión, eflorescencia y vegetación muestran un nivel de severidad severo, leve, moderado, moderado y moderado respectivamente y como resumen indicamos que la UM 01 presenta un área de 38.22% con patología y un 61.78% de área sin patología. (6)

Las conclusiones planteadas son:

Al realizar la evaluación de las patologías del canal de regadío Chaquecocha Aguacoto concluimos que: la erosión representa el 17.88% del área con patología y el 82.12% sin patología, la eflorescencia representa el 8.98% del área con patología y un 91.0% de área sin patología, la vegetación representa el 3.74% de área con patología y el 96.26% de área sin patología, para el

caso de grietas representa el 0.23% de área afectada y el 99.77% de área sin patología y por último la patología de fisuras que representan un 0.22% de área con patología y un 99.78% de área sin patologías. (6)

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

#### **a) Evaluación y Determinación de las Patologías del Concreto del Canal de Riego Pinar Huacrajirca, Distrito De Independencia– 2017.**

Según Giraldo (7) el presente trabajo tiene como objetivo, “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el Canal de Riego Pinar Huacrajirca, Distrito De Independencia, departamento de Ancash”.

El canal de regadío Pinar Huacrajirca, presenta patologías a causa de fallas en el diseño, proceso constructivo, falta de mantenimiento.es por ello que.

La metodología empleada será:

Con referencia al y nivel de la investigación señala: es del tipo descriptivo, porque solo consistió en recolectar datos, describir, determinar y evaluar la realidad in situ, sin alterarla de ningún modo. Nivel de investigación fue cualitativo, de acuerdo a la naturaleza del estudio de investigación, no experimental y de corte transversal. (7)

El análisis de Resultados da a conocer que: Predomina la patología de erosión con un 29.12%, seguido de la patología de

eflorescencia con 12.93%, luego la patología de vegetación con 7.68% y por último las patologías de grietas y fisuras que estadísticamente no son significativas”. (7)

Las conclusiones planteadas son: Al realizar la evaluación de las patologías del canal de regadío concluimos que: la erosión representa el 12.82% del área con patología y el 81.14% sin patología, la eflorescencia representa el 2.18% del área con patología y un 91.0% de área sin patología, la vegetación representa el 4.44% de área con patología y el 92.21% de área sin patología, para el caso de grietas representa el 1.25% de área afectada. (7)

**b) Determinación Y Evaluación de las patologías del concreto en el canal Mishacocha entre las progresivas 9+000 km a 11+000 km del distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash – 2018.**

Según Bustos (8) este trabajo de investigación tuvo como objetivo general: “Determinación y evaluación de las patologías existentes en el canal Mishacocha entre las progresivas 9+000 km a 11+000 km del distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Ancash”.

La metodología que se utilizó en la investigación:

Fue de tipo descriptivo y de sentido cuantitativo, cualitativo, no experimental y de corte transversal porque se expone los efectos de los resultados, Al conseguir los resultados se asignara un

diagnóstico del canal de concreto y proponer soluciones preliminares que permitan el funcionamiento óptimo. (8)

Para obtener de datos se utilizó una plantilla de revisión. Iniciando con la recopilación de datos empleando en las hojas de cálculo, obteniendo las patologías medias en grietas y fisuras siendo las más graves en la unidad muestral 07 teniendo el 22.50% de falla. La patología predominante es por Moho 57.5% en la unidad muestral 02. Al realizar el análisis de los resultados se concluye; que el nivel de severidad en la totalidad de la muestra es LEVE con 18.57%. (8)

**c) Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal Yurac Yacu entre las progresivas 0+000 – 1+000 sector Cachipampa, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, Junio – 2017.**

Según Melgarejo (9) tuvo como objetivo general en el presente proyecto “Determinar y evaluar las patologías del concreto del Canal Yurac Yacu entre las progresivas 0+000–1+000 sector Cachipampa, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, junio – 2017”.

La metodología de la investigación utilizada:

Con referencia al y nivel de la investigación señala: es del tipo descriptivo, porque solo consistió en recolectar datos, describir, determinar y evaluar la realidad in situ, sin alterarla de ningún modo. Nivel de investigación fue cualitativo, de acuerdo a la

naturaleza del estudio de investigación, no experimental y de corte transversal. (9)

Las conclusiones fueron:

Los tipos de patologías que se encontraron en el canal Yurac Yacu entre las progresivas 0+000 – 1+000 sector Cachipampa, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, después de haber evaluado el margen derecho, el margen izquierdo y el fondo del canal, de un total de 15 muestras, compuesta por 75 paños analizadas cada 20 metros, las de mayor incidencia de estas patologías fueron las grietas, fisuras y erosión; habiendo realizado el análisis de las patologías existentes en el canal Yurac Yacu, que la patología con más incidencia son las grietas; los tipos de patologías identificados son un indicador del grado de afectación de las patologías de la muestra que nos indica el deterioro MEDIO, que necesitan el debido mantenimiento correctivo. (9)

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

### **2.2.1. Estructuras hidráulicas**

Según Guevara (10) “Las estructura hidráulicas son las obras de ingeniería necesarias para lograr el aprovechamiento de los recursos Hídricos y controlar su acción destructiva. Trabajan en la mayoría de los casos en combinación con elementos y equipos mecánicos. Se construyen en beneficio del hombre y el desarrollo de la humanidad”.

### **2.2.2. Estructuras de cabecera de un Sistema de Agua Potable**

Según Agüero (11) “El sistema de abastecimiento de agua en cabecera está constituido por: Captación, Línea de aducción, desarenador, Línea de conducción, Planta de tratamiento y Reservorio”.

#### **a) Captación**

Según Agüero (11) “es la parte inicial del sistema de abastecimiento de agua. Consta de una estructura y/o dispositivos construidos en la fuente de abastecimiento (río, lago, laguna, manantial, agua subterránea) donde se recolecta la cantidad de agua necesaria para abastecer a la población”.

#### **b) Línea de Aducción**

Lo que sostiene Agüero (11) “un sistema de aducción se caracteriza por contener un conjunto de elementos que pueden ser tuberías, canales, túneles y otros dispositivos que permitan el transporte de agua desde el punto de captación hasta un tanque de almacenamiento o planta de tratamiento”.

#### **❖ Sistemas de aducción por gravedad**

Solo funcionan cuando las condiciones topográficas tienen pendiente favorable al flujo de circulación de agua y pueden darse de dos maneras:

- Por conducción de canales y conductos con superficie libre:  
Estos están sometidos a la presión atmosférica, tienen que tener un revestimiento. (11)
- Por conductos cerrados a presión:

Trabajan generalmente a tubería llena (sección llena) manteniendo una presión igual a la presión atmosférica. (11)

#### **c) Desarenador**

El desarenador es una estructura hidráulica que tiene como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar. Es una estructura diseñada para retener la arena que traen las aguas servidas o las aguas superficiales a fin de evitar que ingresen, al canal de aducción, a la central hidroeléctrica o al proceso de tratamiento y lo obstaculicen creando serios problemas. (11)

#### **d) Línea de Conducción**

Según Agüero (11) “para la conducción del agua se pueden utilizar diferentes tipos de estructura. El más común es el canal abierto y el canal cerrado, que serán los que estudiaremos a detalle”.

### **2.2.3. Canal**

Según Zúñiga (12) “los canales son conductos abiertos o cerrados en los cuales, el agua circula debido a la acción de la gravedad, y sin ninguna 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 por su propio peso”.

#### **a) Canales Naturales**

Según Perez (13) “Son 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. Estos canales son de formas irregulares y variables por todo su recorrido”.

**b) Canales Artificiales:**

Según Olavarrieta (14) “son aquéllos canales construidos o desarrollados mediante el esfuerzo humano, canales de navegación, canales de centrales hidroeléctricas, canales y canaletas de irrigación, cunetas de drenaje, vertederos, canales de desborde”.

**Se clasifican en:**

Según el material:

- a) Revestido de concreto
- b) Revestido con mampostería o piedra
- c) Revestido de mortero

Según su forma geométrica:

- a) Canal- Trapezoidal
- b) Canal- Rectangular
- c) Canal - Triangular
- d) Canal – Parabólico

**2.2.4. Elementos geométricos del canal**

Según Olavarrieta (14) “Estos elementos son muy importantes para el cálculo del flujo. En un canal artificial se definen en términos de la profundidad de flujo y las dimensiones de la sección; en canales naturales se determinan curvas que representen la relación entre los elementos y la profundidad del flujo”.

- a) Área (A): Es el área mojada o área de la sección transversal del flujo, perpendicular a la dirección de flujo. (14)
- b) Perímetro mojado (P): Es la longitud de la línea de intersección de la superficie de canal mojado y de un plano transversal perpendicular a la dirección de flujo. (14)
- c) Radio hidráulico (R): Es la relación del área mojada con respecto a su perímetro mojado. (14)
- d) Ancho superficial (T): Es el ancho de la sección del canal en la superficie libre. (14)
- e) Profundidad hidráulica (D): Es la relación entre el área mojada y el ancho en la superficie. (14)
- f) Factor de sección (Z): Se utiliza para el cálculo de flujo crítico. Es el producto del área mojada y la raíz cuadrada de la profundidad hidráulica. (14)
- g) Profundidad de flujo (y): Es la distancia vertical desde el punto más bajo de una sección del canal hasta la superficie libre. (14)

#### **2.2.5. Canales de riego por su función**

Según Olavarrieta (14) los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones:

##### **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. (14)

**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. (14)

**c) Canal de tercer orden:**

Llamados también sub-laterales y nacen de los canales laterales, el gasto que ingresa a ellos es repartido hacia las parcelas individuales a través de las tomas granjas. (14)

**2.2.6. Concreto**

Según De la Cruz (15) “el mortero o concreto es el material compuesto por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos”.

Que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (15)

**2.2.7. Concreto en estructuras hidráulicas**

Según De la Cruz (15) “el concreto en estructuras hidráulicas es la combinación homogénea de cemento portland, agregados pétreos, agua y en algunos casos aditivos; para formar una buena mezcla que sirva moldear en el momento del fraguado y así obtener un elemento rígido, resistente e impermeable en la facilidad de producción y economía”.

- **Características del concreto hidráulico hecho en obra:**

De la Cruz (15) menciona que “se fabrica en la obra mediante un equipo mecánico ligero, dosificando generalmente sus componentes en volumen, o bien con equipos mayores como plantas dosificadoras donde el proporcionamiento se hace en masa”.

- ✓ Mayor duración
- ✓ Mayor resistencia
- ✓ Mayor impermeabilidad
- ✓ Facilidad de producción

#### **2.2.8. Componentes del concreto**

##### **a) Cemento**

Según Rivera (16) “Es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire. Se excluyen las cales hidráulicas, cales aéreas y yesos”.

##### **b) Agregados**

Según Rivera (16) “Los agregados también llamados áridos generalmente mezcla de arena y piedra son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto”.

**c) Agua**

Según Rivera (16) “Sustancia de moléculas que están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Se trata de un elemento líquido inodoro, insípido e incoloro, aunque también puede hallarse en estado sólido y gaseoso; ocupando las tres cuartas partes del planeta tierra”.

**2.2.9. Durabilidad del concreto**

Según el Rivera (16) “Aquel concreto que puede resistir en forma satisfactoria las condiciones de servicio a que estará sujeto (intemperismo), tales como: la meteorización, la acción química y el desgaste”.

Es indispensable que el concreto resista, sin deteriorarse con el tiempo, las condiciones para las cuales se ha proyectado. La falta de durabilidad puede deberse al medio al que está expuesto el concreto, o a causas internas del concreto mismo. Las causas externas pueden ser físicas, químicas o mecánicas; originadas por condiciones atmosféricas, temperaturas extremas, abrasión, acción electrolítica, ataques por líquidos y gases de origen natural o industrial. El grado de deterioro producido por estos agentes dependerá principalmente de la calidad del concreto, aunque en condiciones extremas cualquier concreto mal protegido se daña. (16)

#### **2.2.10. Curado del concreto.**

Según el Rivera (16) “la etapa de mantener un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto, durante la hidratación de los materiales cementantes, de manera que se desarrollen en el hormigón las propiedades deseadas”.

#### **2.2.11. Resistencia del concreto**

Según el Rivera (16) “La resistencia mecánica del cemento endurecido es la propiedad del material que posiblemente resulte más obvia en cuanto a los requisitos de usos estructurales. Por lo tanto no es sorprendente que las pruebas de resistencia estén indicadas en todas las especificaciones del cemento”.

#### **2.2.12. Patología del concreto.**

Según Villareal (17) “la Patología del Concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las enfermedades o los defectos y daños que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios”.

En resumen, 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 del concreto. (17)

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 pueden haberlo 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. (17)

#### ❖ **Relación de causas del proceso patológico**

La distribución de daños en porcentajes de una estructura de concreto es:

- Deficiencias en proyecto 42%
- Deficiencias en ejecución 28%
- Deficiencias de los materiales 15%
- Fallas en el servicio (uso) 10%
- Otras causas 5%

#### **2.2.13. Tipos de patologías del concreto según su origen**

Las patologías se originan debido a diversos factores, entre ellos están las patologías biológicas, químicas, físicas y mecánicas.

##### **a) Patologías biológicas**

Según Rodríguez (18) “La presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal en la superficie de una estructura de concreto, no solo afecta la estética de la obra, sino que puede producir daños y deterioros físicos, mecánicos, químicos y biológicos”.

Dando como ejemplo, la vegetación retiene y genera humedad, produciendo que las raíces puedan penetrar y crecer dentro de los poros del concreto causando grietas o

fisuras debido a las fuerzas de expansión interna. Para generar el establecimiento y desarrollo de microorganismos de origen vegetal, se requieren de las siguientes condiciones.

(18)

- Presencia de agua: cualquier tipo de vida requiere de agua para poder desarrollarse.
- Disponibilidad de nutrientes: mediante el proceso de combustión del concreto se producen gases contaminantes, los cuales sirven de alimento para las bacterias.
- Condiciones ambientales: la humedad relativa superior al 80%, favorece al desarrollo de bacterias.
- Superficie de colonización: los microorganismos se crean fácilmente en superficies rugosas o ásperas, ya que ofrecen la posibilidad de anclaje.

#### ❖ **Musgo**

Según Rodríguez (18) “es un organismo vegetal (planta) y se relaciona con el medio acuático. Utiliza el calcio y magnesio del cemento como alimento, produciendo grietas y fisuras en la estructura, facilitando la entrada de sustancias agresivas”.

Esta planta se caracteriza por ser de pequeña altura, tener pelos rizoides, textura blanda, no tiene una forma definida, carece de flores y frutos, y se origina en zonas húmedas y de poca luz

como la corteza de los árboles, las piedras y materiales de construcción como el concreto”. (18)

Nivel de severidad:

*CUADRO 1* Nivel de severidad del musgo

| <b>Musgo</b>        |  |
|---------------------|--|
| Unidad de medida:   | Area (m2)                                    |
| Nivel de severidad: | Leve   |
| Descripción:        | Existe presencia de musgos en la superficie. |

Fuente: Rivva López E.

#### **b) Patologías químicas**

Según Rivva (19) “La principal causa de la patología química es el contacto con el concreto endurecido, generando la desintegración de la pasta del cemento”.

Las reacciones por agentes químicos ocasionan el descenso del pH, es decir, disminución de alcalinidad de la pasta del cemento; lo que reduce la capacidad del concreto para proteger el acero de refuerzo de la corrosión. Los daños provocados por las reacciones químicas, pueden a presentarse inmediatamente después del contacto, como a largo plazo; esto varía dependiendo de la concentración de la solución, la velocidad de transporte, el tiempo de exposición y las condiciones de temperatura y presión del medio. (19)

### ❖ **Moho**

Según Rivva (19) “los mohos se presentan en forma de manchas de color oscuro y se reproducen con facilidad en lugares mojados o húmedos”.

De acuerdo con la clasificación taxonómica, los hongos de superficie pertenecen a la categoría “fungi” dentro de los cuales los más comunes son los hongos simples, los mohos, los fermentos y las levaduras. (19)

Nivel de severidad:

*CUADRO 2* Nivel de severidad del moho

| <b>Moho</b>         |   |
|---------------------|---|
| Unidad de medida:   | Area (m2)                                     |
| Nivel de severidad: | Leve  |
| Descripción:        | Existe presencia de manchas en la superficie. |

Fuente: Rivva López E.

### c) **Patologías físicas**

Según Comerma (20) “Son aquellas patologías producidas a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, lluvia, viento, nieve y otros. Ocasionando humedad, suciedad, fragilidad deformación, dilatación, erosión o aumento de volumen por la absorción de humedad”.

### ❖ **Erosión**

Según Edei (21) “el Desgaste por abrasión: La abrasión del concreto se define por el desgaste de su superficie a causa de procesos de fricción o rozamiento; como por ejemplo las partículas arrastradas por el viento,

produciendo el choque de los sedimentos con el concreto y ocasionando su desgaste”.

Los factores que disminuyen la resistencia de concreto y facilitan el proceso del desgaste por abrasión son; la exudación del concreto, las propiedades de los agregados, los procedimientos de acabo, el procedimiento y tiempo de curado.

(21)

Desgaste por cavitación: Es la erosión del concreto producida por el flujo no lineal de aguas limpias a velocidades sobre los 12m/s. Se origina cuando las burbujas de vapor se forman en aguas en movimiento, las cuales fluyen juntamente con el agua, estas ingresan a una zona de alta presión donde colapsan con gran impacto. (21)

Nivel de severidad:

*CUADRO 3* Nivel de severidad de la erosión

| <b>Erosion</b>     |                      |                      |
|--------------------|----------------------|----------------------|
| Unidad de medida:  | Profundidad (m)      |                      |
| <b>Leve</b>        | <b>Moderado</b>      | <b>Severo</b>        |
| < 5% de su espesor | 5%-20% de su espesor | > 20 % de su espesor |

Fuente: Mogollón Mogollón M.

#### **d) Patologías mecánicas**

Según Invias (23) “las acciones mecánicas se deben principalmente a sobrecargas, deformaciones, impactos o vibraciones, que no fueron contempladas en su diseño”.

Al superarse la capacidad resistente del material que constituye el elemento estructural, por la acción de sobrecargas provocadas

por eventos imprevistos en el diseño (cambios en las sollicitaciones, sismos, vientos, inundaciones, deslizamientos y explosiones); se produce deficiencia estructural que se manifiesta por grietas y deflexiones excesivas. (20)

❖ **Fracturamiento**

Según Invias (23) “Esta lesión se da cuando el canal presenta agrietamientos, originando la separación de bloques de concreto mayores a 0.30 m. x 0.30 m. Se considera que hay fracturamiento cuando se presentan más de dos bloques en un módulo, de lo contrario deberán reportarse como grietas”.

Nivel de severidad:

*CUADRO 4 Nivel de severidad del fracturamiento*

| <b>Fracturamiento</b>                  |   |   |
|--|---|---|
| Unidad de medida:                      | Separación (mm)                             |   |
| <b>Leve</b>                            | <b>Moderado</b>                             | <b>Severo</b>                           |
| Separación de dos bloques menor a 3 mm | Separación de dos bloques entre 3mm a 10 mm | Separación de dos bloques mayor a 10 mm |

Fuente: Grupo Invias

❖ **Grieta**

Según Mogollón (24) “Las grietas se producen debido a fuerzas de mayor intensidad que no caben en la capacidad de resistencia del concreto; principalmente este causado por fuerzas de contracción”.

Existen 2 tipos de grietas: no estructurales y estructurales.

Grietas no estructurales: Se origina por agentes externos al concreto; como, por ejemplo: asentamientos, hundimientos,

sismos, sobrecargas, etc. Existen agrietamientos no estructurales por el concreto en estado plástico, estos se producen por asentamiento y sangrado del concreto recién colocado, debido a que la mezcla es muy fluida (exceso de agua), y por contracción, cuando el vaciado se realiza a altas temperaturas evaporándose rápidamente el agua de la mezcla. (24)

Grietas estructurales: Avendaño menciona que, “las grietas estructurales pueden presentar anchos superiores a los 0.5 mm y se originan por errores de cálculo, el desprecio de hipótesis de carga, por la inadecuada especificación de resistencia de materiales y por la construcción de secciones sin respetar los planos. (24)

Nivel de severidad:

*CUADRO 5* Nivel de severidad de la grieta

| <b>Grieta</b>        |                           |                      |
|----------------------|---------------------------|----------------------|
| Unidad de medida:    | Abertura (mm)             |                      |
| <b>Leve</b>          | <b>Moderado</b>           | <b>Severo</b>        |
| Abertura menor a 2mm | Abertura entre 2 mm a 3mm | Abertura mayor a 3mm |

Fuente: Mogollón Mogollón M.

❖ **Fisura**

Según Mogollón (24) “este tipo de patología se representa como una abertura longitudinal en la superficie de la estructura. Es similar a las grietas, pero en menor magnitud”.

Se origina debido a las deficiencias del proceso constructivo o de diseño, empuje de tierras, carencia de juntas de construcción, etc. Las fisuras son todas aquellas aberturas incontroladas que afectan a la superficie del elemento o a su acabo superficial. (24)

Nivel de severidad:

*CUADRO 6* Nivel de severidad de la fisura

| <b>FISURA</b>           |                             |                      |
|-------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Unidad de medida:       | Abertura (mm)               |                      |
| Leve                    | Moderado                    | Severo               |
| Abertura menor a 0.5 mm | Abertura entre 0.5 mm a 1mm | Abertura mayor a 1mm |

Fuente: Mogollón Mogollón M.

#### **2.2.14. Condición de servicio**

Según Gonz (25) “La condición de servicio se medirá mediante la eficiencia de la estructura, considerando si se encuentra en un estado bueno, regular o malo”.

##### **❖ Eficiencia**

El análisis de la evolución diaria de la eficiencia de conducción es un gran apoyo para la toma de decisiones. Las variaciones diarias que se alteren del rango “normal” deben de evaluarse y encontrar las causas.

La eficiencia se aplica a la conducción de un canal para determinar el estado de su condición de servicio. (25)

❖ **Eficiencia de la entrega (Pf):**

La conservación del agua es de gran importancia, porque se puede ahorrar dicho elemento para ser utilizado para el consumo humano o riego. (25)

Indicadores de desempeño para determinar la condición de servicio.

$$E = \frac{q}{Q} \dots\dots\dots\text{Ecuación (1)}$$

Donde:

E: es la eficiencia.

q: es el volumen de agua en la salida del canal.

Q: es el volumen de agua en la entrada del canal.

*CUADRO 7* Condición de servicio

| <b>Clasificación Del Desempeño</b> |                                  |                                |
|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Condición de servicio (Pf)         |                                  |                                |
| <b>Malo</b>                        | <b>Regular</b>                   | <b>Bueno</b>                   |
| Será malo si es <0.70              | Será regular si esta 0.70 - 0.84 | Será bueno si esta 0.85 - 1.00 |

Fuente: Adaptado de González

- De acuerdo con Cano (26) “la condición de servicio es bueno cuando el nivel de severidad es leve, es regular cuando el nivel de severidad es moderado y es deficiente cuando el nivel de severidad es severo”.

CUADRO 8 Condición de servicio

| <b>Condiciones De Servicio</b>  |  |  |
|---|--|--|
| <b>Bueno</b>  | <b>Regular</b>   | <b>Malo</b>  |
| La estructura cumple con las condiciones de servicio, estas pueden presentar o no patologías que tienen fines estéticos con nivel de severidad leve, que no dañe ni produzca filtraciones en la estructura. | La estructura presenta patologías que producen filtraciones y daños con nivel de severidad moderado, estas estructuras pueden ser reparadas y seguir cumpliendo la condición de servicio para la que fue diseñado. | La estructura no cumple con la condición de servicio, esta presenta patologías con nivel de severidad severo que producen daños estructurales que implique el cambio total de la estructura. |

Fuente: Adaptado de cano

### III. Metodología

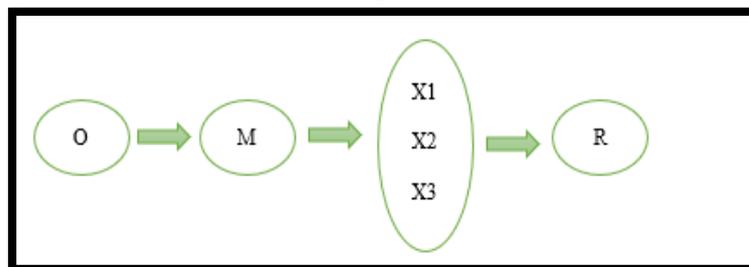
#### 3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue de tipo observacional, descriptiva, de corte transversal, de enfoque mixto y un nivel descriptivo, circunstancial temporal, no experimental. Porque nos limitamos a observar el estado de las estructuras de cabecera del sistema de agua potable, no se tuvo control sobre la variable independiente y se observó comportamientos ya existentes de dicha variable.

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto fue: Recopilación de antecedentes y datos preliminares del objeto de estudio, en la que se realizó la medición, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayuden a cumplir con los objetivos del proyecto, Inspección en campo y toma de datos, para lo cual se debe identificar en campo los tipos de patologías y llenar los datos en la ficha técnica de recolección, clasificando las patologías según su nivel de severidad y condición de servicio en la muestra estudiada. En el análisis y evaluación de resultados, se realizó el análisis de los datos recopilados y la evaluación para finalmente desarrollar las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

El diseño de investigación se dará de la siguiente manera:

*Gráfico 1. Diseño de investigación*



. Fuente: elaboración propia

**Donde:**

**O:** Se realizara la muestra directa en el campo de estudio

**M:** La muestra representa la captación y línea de conducción del sistema de agua potable, donde fueron evaluados dichas estructuras de cabecera del sistema de agua potable, centro poblado de Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash - 2018.

**X<sub>n</sub>** = Patologías del concreto evaluadas en las 12 unidades muestrales.

**R=** Resultados del estudio en áreas afectadas, niveles de severidad y condición de servicio.

**3.2. Población y muestra**

**a) Población:** La población estuvo conformada por las estructuras de cabecera del sistema de agua potable en el centro poblado de Unchus, del distrito de Independencia, provincia Huaraz, región Ancash.

**b) Muestra:** La muestra estuvo conformada por la captación y línea de conducción del sistema de agua potable en el centro poblado de Unchus, distrito de Independencia, provincia Huaraz, región Ancash – 2018. Debido a que estas estructuras se encuentran en pésimas condiciones que a simple vista se observaron grietas y fisuras esto afectando la condición de servicio con la que fue diseñada.

**c) Unidad muestral:** Se consideró un total de 12 unidades muestrales, la primera fue la unidad muestral de la captación y el resto de la línea de conducción estas con una separación de 3 metros de longitud de junta a junta constructiva del canal de conducción.

### 3.3. Definición y Operacionalización de variables

La variable del estudio es la patología del concreto: La Patología del Concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las enfermedades o los defectos y daños que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios”.

CUADRO 9 Operacionalización de variables

| Variable                       | Definición Conceptual   | Definición Operacional  | Indicadores   | Unidad de medida  |
|--------------------------------|---|---|---|---|
| <b>Patologías del concreto</b> | La Patología del Concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las enfermedades o los defectos y daños que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios. En resumen, 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 del concreto. (20) | Se va a realizar mediante la observación recolectando datos de campo en una ficha de inspección donde se podrá clasificar los niveles de severidad según las áreas afectadas por las patologías encontradas en las unidades muestrales. | Tipos de Patología  | Descriptivo   |
|                                |   |   | Area afectada   | Porcentaje (%)<br>m2  |
| <b>Condición de servicio</b>   | Gonz (25) “La condición de servicio se medirá mediante la eficiencia de la estructura, considerando si se encuentra en un estado bueno, regular o malo”.<br>Cano (26) “la condición de servicio es bueno cuando el nivel de severidad es leve, es regular cuando el nivel de severidad es moderado y es deficiente cuando el nivel de severidad es severo”.   | Se obtiene a partir del nivel de severidad que más afecta y predomina en la estructura a través de sus unidades muestrales.   | Nivel de severidad:<br>Leve<br>Moderado<br>Severo                               | Grietas (mm)<br>Fisuras (mm)<br>Erosion (m)<br>Fracturamiento (mm)<br>Moho (m2) |
|                                |   |   | Condición de servicio de las estructuras de cabecea del sistema de agua potable | Bueno<br>Regular<br>Malo  |

Fuente: Elaboración Propia

### **3.4. Técnicas e Instrumento de recolección de Datos**

#### **❖ Técnicas de recolección de datos:**

Para la presente investigación, la técnica empleada que nos ayudo fue la observación no experimental, a través de esta técnica se pudo obtener los datos in situ de las lesiones patológicas que se presentan las estructuras de cabecera del sistema de agua potable.

- Observación no experimental: Consto de observaciones visuales in situ de las estructuras de cabecera del sistema de agua potable, tanto en su estructura como en la operatividad, así se determinó el nivel de daño de la estructura.

#### **❖ Instrumentos de recolección de datos:**

El instrumento que se utilizo fue la ficha técnica de recolección:

- Ficha técnica de recolección: Se emplearon fichas técnicas de evaluación, que con la ayuda de la teoría planteada pudo ser diseñada, en la cual se evidencio el registro de patologías del concreto durante la inspección, para su posterior llenado de información a las hojas de cálculo Excel.

Además se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- ✓ Cámara fotográfica, para efectuar las tomas fotográficas de las diferentes patologías existentes en las unidades muestrales.
- ✓ Wincha, para realizar las medidas longitudinales y efectuar el cálculo de las áreas afectadas con los diversos tipos de patologías.
- ✓ Bernier, para medir el ancho de grietas y fisuras presentes en las unidades muestrales.

- ✓ Cuaderno de apuntes, para realizar las anotaciones pertinentes de la inspección efectuada.
- ✓ Manuales, libros entre otros como fundamentar el marco teórico en el análisis de las patologías presentes en las unidades muestrales.
- ❖ Los datos recolectados estuvieron compuestos por:
  - ✓ Identificación de la construcción
  - ✓ Determinación de las patologías, áreas afectadas, fotografías y medición de las unidades muestrales.
  - ✓ Determinación del nivel de severidad de cada patología.

### **3.5. Plan de análisis**

Para efectuar el análisis de datos, una vez concluido el proceso de recolección de datos en las inspecciones visuales realizadas de esta investigación de tipo descriptivo, de nivel cualitativo y de un diseño no experimental; se siguió los siguientes pasos para determinar las lesiones patológicas encontradas en dichos canales.

- Recorrido visual para identificar las zonas de estudio.
- Selección de las unidades muestrales.
- Recolección de datos de cada unidad muestral, teniendo en cuenta la numeración de la unidad muestral, progresiva de inicio, fin, patologías encontradas, registro de datos de cada patología presente en dicha unidad muestral, toma de fotografía como evidencia de la unidad muestral
- Los datos recolectados fueron transferidos en forma ordenada, codificada y clasificada a una hoja de cálculo Excel.

- Se siguió el procedimiento establecido para la evaluación de las patologías: anotación, clasificación de la patología en cada uno de los elementos observados, suma parcial, suma total, calificación.
- Los resultados fueron presentados en tablas y gráficos haciendo uso de un programa informático de hoja de cálculo.
- Análisis de los resultados encontrados
- Determinación del estado actual de la captación y línea de conducción en base a los resultados obtenidos.

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

**CUADRO 10. Matriz de consistencia**

**Determinación y evaluación de patologías del concreto en las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash - 2018.**

| <b>Caracterización del Problema:</b>   | <b>Objetivos de la investigación:</b>   | <b>Marco teórico conceptual</b>   | <b>Referencias bibliográficas:</b>   |
|--|---|---|--|
| <p>Las estructuras hidráulicas de cabecera del sistema de agua potable se encuentran en la localidad del centro poblado de Unchus del distrito de Independencia, provincia de Huaraz - región Ancash, con una altitud de: 3257 m. s. n. m, coordenadas UTM; por el E: 226213.324 (Este), N: 8946702.546 (Norte).El entorno del objeto de estudio se encuentra rodeado de arbustos, plantas y mucha humedad; provocando así el deterioro constante del concreto en las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado de Unchus, Climatológicamente solo sufre fenómenos atmosféricos como la lluvia de manera leve, respecto a su meteorología (temperaturas medias y precipitaciones promedio) en la zona de estudio son, temperatura mínima diaria 7° C y la temperatura máxima diaria 20° C, y a la precipitación media promedio en las épocas de máximas avenidas es de 125mm.Actualmente el objeto de estudio cuenta con varias patologías de concreto en las estructuras del sistema de agua potable como se mencionó anteriormente debido a que se utilizaron materiales de mala calidad obteniendo un concreto pobre y por el factor climatológico ya que el concreto como los</p> | <p><b>Objetivo General:</b><br/>Determinar y evaluar las patologías del concreto en las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, para obtener la condición de servicio.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Determinar los tipos de patologías del concreto que presentan las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado de Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz.</li> </ul> | <p>La realización del presente trabajo de investigación tuvo consultas previas a tesis, estudios y artículos científicos, las cuales fueron nacionales e internacionales, todo concerniente a diferentes patologías presentes en elementos estructurales de concreto, como lo son: Agrietamiento, Erosion, Fisura, fracturamiento, Sello de junta, Moho, entre otros.</p> <p><b>Metodología:</b></p> <p><b>El tipo de investigación:</b><br/>Observacional, Transversal, Descriptiva, Mixta</p> <p><b>Nivel de la investigación de la tesis:</b><br/>Descriptivo, Circunstancial temporal, Estudio sin alteración de los hechos</p> | <p><b>14.</b> Olavarrieta Saiz A. Canales abiertos [Internet]. México: Universidad de Sonora; 2012, [Citado 25 jun 2019]. Disponible en: <a href="http://soporte.uson.mx/PUBLICO/04_INGENIERIA.CIVIL/Hidraulica%20SZ/Hidr%E1ulica%20I%20Cap_3_Canales.pdf">http://soporte.uson.mx/PUBLICO/04_INGENIERIA.CIVIL/Hidraulica%20SZ/Hidr%E1ulica%20I%20Cap_3_Canales.pdf</a>.</p> <p><b>15.</b> De la cruz W, Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga.</p> <p><b>16.</b> Rivera L. Gerardo. “Concreto Simple”, pag. 112. [Libro] Universidad del Cauca, 2013.pag 125.</p> <p><b>17.</b> Villareal Genner Castro. Patología del concreto [Internet]. 2013. p. 59. Available from: <a href="https://es.scribd.com/document/121031858/patologia-del-concreto">https://es.scribd.com/document/121031858/patologia-del-concreto</a>.</p> <p><b>18.</b> Rodríguez A. Escuela De Ingeniería Civil Detección,</p> |

agregados sufren cambios físicos-químicos con el tiempo.

Respecto a la operación y mantenimiento del proyecto no lo realizan constantemente y eso es un gran problema para el máximo funcionamiento de la infraestructura. La finalidad del presente proyecto de investigación será aportar a la comunidad académica resultados sobre la situación actual sobre las estructuras hidráulicas del sistema de agua potable en temas de patologías de concreto y así obtener la condición de servicio en dicha infraestructura.

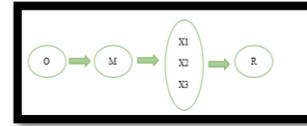
### Enunciado del problema

¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías del concreto en las estructuras hidráulicas de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, nos permitirá obtener la condición de servicio actual?

- Evaluar las patologías del concreto en niveles de severidad y áreas afectadas que presentan los elementos de las estructuras hidráulicas de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado de Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz.

- Obtener la condición de servicio actual de las estructuras hidráulicas de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado de Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz.

### \*Diseño de la investigación:



### \*Población y muestra:

-La población estuvo conformada por las estructuras de cabecera del sistema de agua potable y la muestra conformada por la captación y línea de conducción del sistema de agua potable en el centro poblado de Unchus, distrito de Independencia, provincia Huaraz, región Ancash – 2018.

### \*Técnicas e Instrumentos:

Para la presente investigación, la fuente de datos que nos ayudo fue la técnica de observación no experimental, el instrumento fue la ficha técnica de recolección; además se utilizaron los siguientes materiales cámara fotográfica, escalímetro, Wincha, regla y cuaderno de apuntes

### \*Plan de estudios:

Recorrido visual, Selección de las unidades muestrales, Recolección de datos de cada unidad muestral, traslado de los datos en una hoja Excel, presentación de datos en gráficos. Cuadros y tablas.

Tratamiento Y Prevención De Patologías En Sistemas De Concreto Estructural Utilizados En Infraestructura Industrial Elizabeth Avendaño Rodríguez Mayo 2006. **19.** Rivva López Enrique. Concrete-Materials-NATURALEZA-Y-MATERIALES-DEL-CONCRETO.pdf [Internet]. La Naturaleza Del Concreto. 2000. p. 12–5.

Fuente: Elaboración propia

### 3.7. Principios éticos

Al realizar una investigación se debe respetar la normativa legal y los principios éticos. El presente Proyecto de investigación se guía de los 5 principios éticos.

(27)

- Protección a las personas:

La persona es el fin, no el medio. Se debe respetar la dignidad humana y sus derechos fundamentales.

- Cuidado del medio ambiente y la biodiversidad:

Las investigaciones deben tomar medidas para evitar daños que involucran el medio ambiente, plantas y animales.

- Libre participación y derecho a estar informado:

Las personas que desarrollan las investigaciones o las que participan en ella, tienen derecho a estar informados sobre los propósitos y finalidades de dicha investigación.

- Beneficencia y no maleficencia:

El investigador debe cumplir con: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

- Justicia:

El investigador debe tratar en forma equitativa y con justicia a las personas que participan en la investigación.

- Integridad científica:

La integridad y la rectitud deben ser prioritarias en la actividad científica de un investigador.

Además, se debe aplicar las siguientes buenas prácticas. (27)

- El investigador debe ser consciente de su responsabilidad científica y profesional ante la sociedad.
- De las publicaciones científicas, el investigador debe evitar: Falsificar o inventar datos total o parcialmente, plagiar lo publicado por otros autores de manera total o parcial, incluir como autor a quien no ha contribuido sustancialmente al diseño y realización del trabajo.
- Las fuentes bibliográficas utilizadas en el trabajo de investigación deben citarse cumpliendo las normas Vancouver, respetando los derechos de autor.
- El investigador debe realizar su investigación asegurando la validez, la fiabilidad y credibilidad de sus métodos, fuentes y datos. Además, debe garantizar la veracidad de la investigación en todas las etapas del proceso.

## **IV. Resultados**

### **4.1. Resultados**

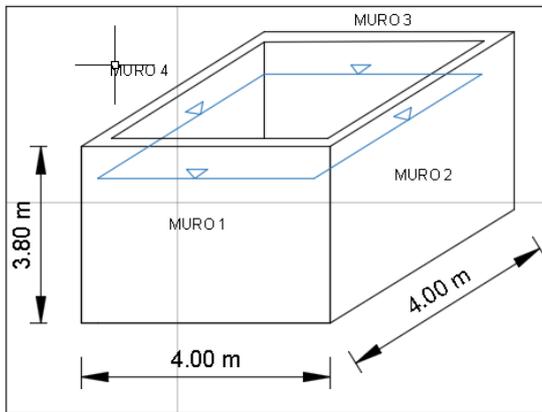
La investigación tiene como propósito determinar y evaluar las patologías del concreto en las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash principalmente en la captación y la línea de conducción ya que presentan la mayor cantidad de patologías observadas, por lo que a continuación se presentan los resultados del análisis obtenidos de la inspección visual y la ficha técnica de recolección, mostrándose a través de tablas y gráficos.

**TABLA 1** Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 01

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                                 |  |               |         |                                  |            |              |                    |
|---|--|---------------|---------|----------------------------------|------------|--------------|--------------------|
| PROYECTO  | <b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018</b> |               |         |                                  |            |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°01: CAPTACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE |  |               |         |                                  |            |              |                    |
| PATOLOGIAS  | NIVEL DE SEVERIDAD   |               |         | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |            |              |                    |
|   | LEVE   | MODERADO      | SEVERO  |                                  |            |              |                    |
| E=EROSION   | < 5 % e  | 5 % - 20 % e  | >20 % e | -                                |            |              |                    |
| G=GRIETAS   | < 2 mm   | 2 - 3 mm      | > 3 mm  | 5.95                             |            |              |                    |
| F=FISURAS   | < 0.5 mm   | 0.5 - 1 mm    | >1 mm   | 9.12                             |            |              |                    |
| Mo= MOHO  | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE   |               |         | -                                |            |              |                    |
| M=MUSGOS  | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE   |               |         | -                                |            |              |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO   | < 3 mm   | 3 - 10 mm     | > 10 mm | -                                |            |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N° 1  |  |               |         |                                  |            |              |                    |
| ELEMENTOS   | PATOLOGIAS   | ABERTURA (mm) | ANCHO   | LARGO                            | A.AFECTADA | %A. AFECTADA | NIVEL DE SEVERIDAD |
|   |  |               | m       | m                                | m2         |              |                    |
| MURO 1  | E  | -             | -       | -                                | -          | 0.00%        |                    |
|   | G  | 2.10          | 1.70    | 3.50                             | 5.95       | 39.14 %      | MODERADO           |
|   | F  | 1.30          | 2.40    | 3.80                             | 9.12       | 60.00 %      | MODERADO           |
|   | Mo   | -             | -       | -                                | -          | 0.00%        |                    |
|   | M  | -             | -       | -                                | -          | 0.00%        |                    |
|   | Fr   | -             | -       | -                                | -          | 0.00%        |                    |
| 15.07   |  |               |         |                                  |            |              |                    |
| FONDO DE LA CAPTACION                                       | E  | -             | -       | -                                | -          | 0.00%        |                    |
|   | G  | -             | -       | -                                | -          | 0.00%        |                    |
|   | F  | -             | -       | -                                | -          | 0.00%        |                    |
|   | Mo   | -             | -       | -                                | -          | 0.00%        |                    |
|   | M  | -             | -       | -                                | -          | 0.00%        |                    |

|   | Fr         | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|---|------------|---------|----------|-----------|-----------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 0.00  |            |         |          |           |                 |                          |                                     |                             |
| MURO 2                                      | E          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | G          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | F          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | Mo         | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | M          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | Fr         | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
| 0.00  |            |         |          |           |                 |                          |                                     |                             |
| MURO 3                                      | E          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | G          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | F          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | Mo         | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | M          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | Fr         | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
| 0.00  |            |         |          |           |                 |                          |                                     |                             |
| MURO 4                                      | E          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | G          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | F          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | Mo         | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | M          | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
|   | Fr         | -       | -        | -         | -               | 0.00%                    |                                     |                             |
| 0.00  |            |         |          |           |                 |                          |                                     |                             |
| <b>MEDIDAS DEL MURO DE LA CAPTACION (m)</b> |            |         |          |           |                 |                          |                                     |                             |
| PROGRESIVA                                  | ALTURA (Y) | ESPESOR | BASE (B) | LARGO (L) | AREA TOTAL (m2) | AREA DEL MURO 1 Y 3 (m2) | AREA DEL FONDO DE LA CAPTACION (m2) | AREA DEL MURO 2, 3 Y 4 (m2) |
| 1+015 - 1+019                               | 3.80       | 0.30    | 4.00     | 4.00      | 76.80           | 15.20                    | 16.00                               | 45.60                       |

**SECCION DE LA CAPTACION**



**PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°1**



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 2 se muestran las patologías identificadas en la unidad muestral N° 01 que corresponde a la captación, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la captación en este caso sería muro 1, muro 2, muro 3, muro 4 y fondo de la captación.

**TABLA 2.** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°1

| <b>Patologías</b>     | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>        | -                         | -                      |
| <b>Grietas</b>        | 5.95                      | 7.75%                  |
| <b>Fisuras</b>        | 9.12                      | 11.88%                 |
| <b>Fracturamiento</b> | -                         | -                      |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que no se realizó un buen diseño estructural en la captación del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas (grietas y fisuras), las grietas son las que más perjudican a una estructura ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez estas causaran fallas en su condición de servicio para el cual fue diseñado si no se encuentra una solución lo antes posible.

- En el grafico 2 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 01 en este caso grietas y fisuras.

**GRÁFICO 2.** Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 1



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 3 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la captación del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

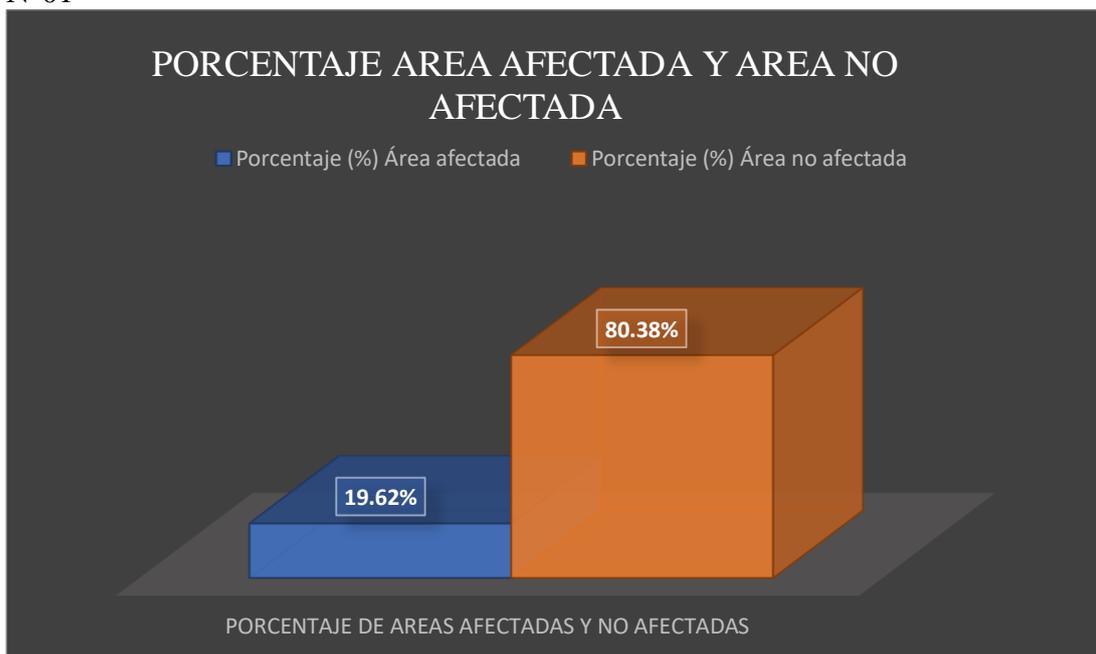
**TABLA 3.** Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°1

| Elementos  | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|--|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro 1</b>  | 15.2               | 15.07              | 99.14%                       | Fisura    | Moderado           |
| <b>Fondo de la Captación</b>                                     | 16.00              | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Muro 2,3,4</b>  | 45.60              | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°1</b> |                    |                    |                              |           | <b>MODERADO</b>    |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por fisuras moderadamente, por lo que se recomendaría sellar parte del muro de la captación para así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionalidad estructural.
- A continuación, se muestra en el gráfico 3 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 01

**GRÁFICO 3.** Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N°01



Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 19.62% de la captación está afectada por patologías mientras que el 80.38% no presenta fallas patológicas.

TABLA 4 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 02

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                |   |               |         |                                  |            |              |                    |
|--|---|---------------|---------|----------------------------------|------------|--------------|--------------------|
| PROYECTO                                   | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |         |                                  |            |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°02                       |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| PATOLOGIAS                                 | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |         | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |            |              |                    |
|  | LEVE  | MODERADO      | SEVERO  |                                  |            |              |                    |
| E=EROSION                                  | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e | 0.65                             |            |              |                    |
| G=GRIETAS                                  | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm  | 0.38                             |            |              |                    |
| F=FISURAS                                  | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm   | 0.00                             |            |              |                    |
| Mo= MOHO                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | 0.00                             |            |              |                    |
| M=MUSGOS                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | -                                |            |              |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                          | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm | 0.00                             |            |              |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° 2 |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| ELEMENTOS                                  | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO   | LARGO                            | A.AFECTADA | %A. AFECTADA | NIVEL DE SEVERIDAD |
|  |   |               | m       | m                                | m2         |              |                    |
| MURO DERECHO (MD)                          | E   | 0.85          | 0.50    | 1.30                             | 0.65       | 43.33%       | LEVE               |
|  | G   | 2.60          | 0.50    | 0.75                             | 0.38       | 25.00%       | MODERADO           |
|  | F   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
| <b>1.03</b>                                |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| FONDO DEL CANAL                            | E   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | G   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | F   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
| <b>0.00</b>                                |   |               |         |                                  |            |              |                    |

| MURO<br>IZQUIERDO (MI)                       | E                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|--|-----------------------|-------------|----------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
|  | G                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | F                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Mo                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | M                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Fr                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| <b>0.00</b>                                  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA                                   | MEDIDAS DEL CANAL (m) |             |          |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|  | ALTURA<br>(Y)         | ESPE<br>SOR | BASE (b) | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 1+116 - 1+019                                | 0.50                  | 0.20        | 0.60     | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL                |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| <p>SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CANAL CERRADO</p> |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°2  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 5 se muestran las patologías identificadas en la unidad muestral N° 02 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

**TABLA 5.** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°2

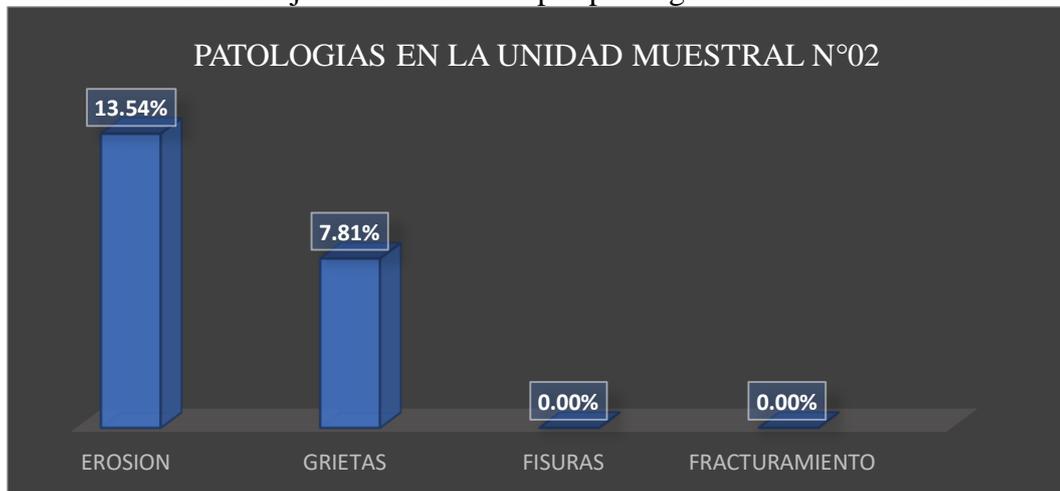
| <b>Patologías</b>     | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>        | 0.65                      | 13.54%                 |
| <b>Grietas</b>        | 0.37                      | 7.81%                  |
| <b>Fisuras</b>        | -                         | -                      |
| <b>Fracturamiento</b> | -                         | -                      |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas y físicas (Grietas y Erosion); las grietas son las que más perjudican a una estructura ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el gráfico 4 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 02 en este caso erosión y grietas.

**GRÁFICO 4** Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 02



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 6 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N° 2 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

**TABLA 6.** Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°2

| Elementos  | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|--|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>  | 1.50               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Muro Derecho</b>  | 1.50               | 1.03               | 68.33%                       | Grieta    | Moderado           |
| <b>Fondo Canal</b>   | 1.80               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°2</b> |                    |                    |                              |           | <b>MODERADO</b>    |

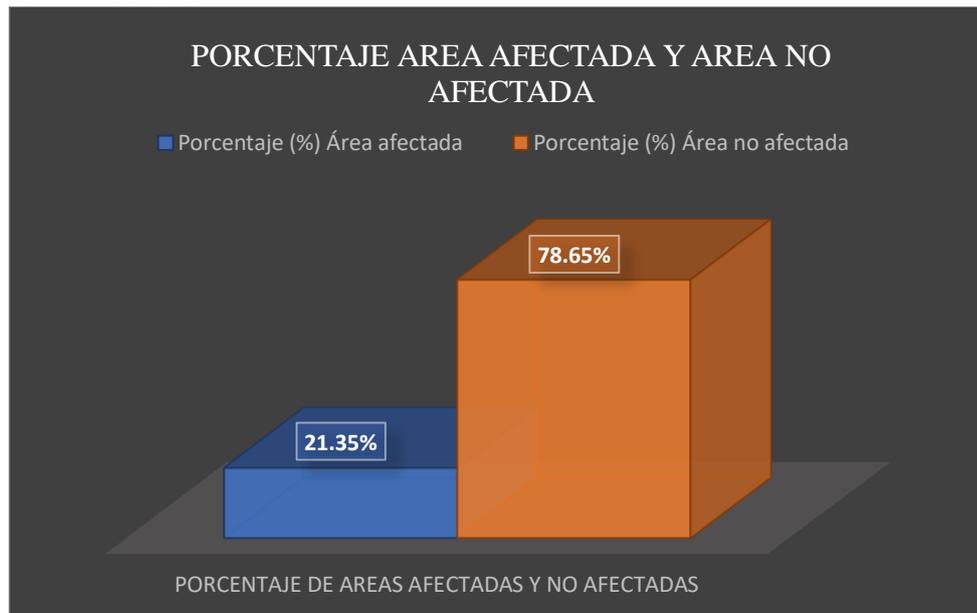
Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por grietas en forma moderada, por lo que se recomendara sellar parte del muro derecho de la línea de conducción para

así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionalidad estructural.

- A continuación, se muestra en el gráfico 5 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 02.

**GRÁFICO 5.** Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 02

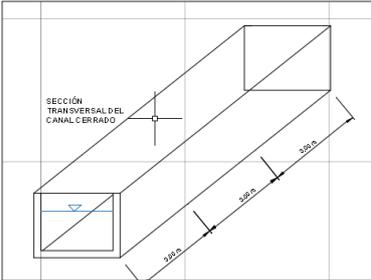


Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 21.35% de la unidad muestral 02 está afectada por patologías mientras que el 78.65% no presenta fallas patológicas.

TABLA 7 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 03

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                |   |               |            |                                  |                  |              |                    |
|--|---|---------------|------------|----------------------------------|------------------|--------------|--------------------|
| PROYECTO                                   | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |            |                                  |                  |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°03                       |   |               |            |                                  |                  |              |                    |
| PATOLOGIAS                                 | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |            | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |                  |              |                    |
|  | LEVE  | MODERADO      | SEVERO     |                                  |                  |              |                    |
| E=EROSION                                  | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e    | 0.68                             |                  |              |                    |
| G=GRIETAS                                  | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm     | 0.00                             |                  |              |                    |
| F=FISURAS                                  | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm      | 0.48                             |                  |              |                    |
| Mo= MOHO                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |            | 0.00                             |                  |              |                    |
| M=MUSGOS                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |            | -                                |                  |              |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                          | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm    | 0.65                             |                  |              |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° 3 |   |               |            |                                  |                  |              |                    |
| ELEMENTOS                                  | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO<br>m | LARGO<br>m                       | A.AFECTADA<br>m2 | %A. AFECTADA | NIVEL DE SEVERIDAD |
| MURO DERECHO (MD)                          | E   | 1.20          | 0.50       | 1.35                             | 0.68             | 45.00%       | LEVE               |
|  | G   | 0.00          | 0.00       | 0.00                             | 0.00             | 0.00%        |                    |
|  | F   | 1.30          | 0.50       | 0.95                             | 0.48             | 31.67%       | SEVERO             |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00       | 0.00                             | 0.00             | 0.00%        |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00       | 0.00                             | 0.00             | 0.00%        |                    |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00       | 0.00                             | 0.00             | 0.00%        |                    |
| 1.15                                       |   |               |            |                                  |                  |              |                    |
| FONDO DEL CANAL                            | E   | 0.00          | 0.00       | 0.00                             | 0.00             | 0.00%        |                    |
|  | G   | 0.00          | 0.00       | 0.00                             | 0.00             | 0.00%        |                    |
|  | F   | 0.00          | 0.00       | 0.00                             | 0.00             | 0.00%        |                    |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00       | 0.00                             | 0.00             | 0.00%        |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00       | 0.00                             | 0.00             | 0.00%        |                    |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00       | 0.00                             | 0.00             | 0.00%        |                    |

|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|--|-----------------------|-------------|----------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
| 0.00   | S                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| MURO<br>IZQUIERDO (MI)   | E                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | G                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | F                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Mo                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | M                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Fr                    | 13.00       | 0.50     | 1.30          | 0.65                               | 43.33%   | SEVERO  |  |
| 0.65   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA   | MEDIDAS DEL CANAL (m) |             |          |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|  | ALTURA<br>(Y)         | ESPESO<br>R | BASE (b) | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 1+125 - 1+128  | 0.50                  | 0.20        | 0.60     | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| <b>SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL</b>   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°3</b>                                   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 8 se muestran las Patologías identificadas en la unidad muestral N° 03 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

**TABLA 8** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°03

| <b>Patologías</b>     | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>        | 0.68                      | 14.06%                 |
| <b>Grieta</b>         | 0.00                      | 0.00%                  |
| <b>Fisuras</b>        | 0.48                      | 9.90%                  |
| <b>Fracturamiento</b> | 0.65                      | 13.54%                 |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas y físicas (Fisuras, Fracturamiento y Erosion); las fisuras y fracturamiento son las que más perjudican a una estructura ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el gráfico 6 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 03 en este caso erosión, grietas, fisuras y fracturamiento.

**GRÁFICO 6** Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 03



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 9 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N°3 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

**TABLA 9** Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°03

| Elementos  | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología      | Nivel de severidad |
|--|--------------------|--------------------|------------------------------|----------------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>  | 1.50               | 0.65               | 43.33%                       | Fracturamiento | Severo             |
| <b>Muro Derecho</b>  | 1.50               | 1.15               | 76.67%                       | Fisura         | Severo             |
| <b>Fondo Canal</b>   | 1.80               | 0.00               | 0.00%                        | -              | -                  |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°3</b> |                    |                    |                              |                | <b>SEVERO</b>      |

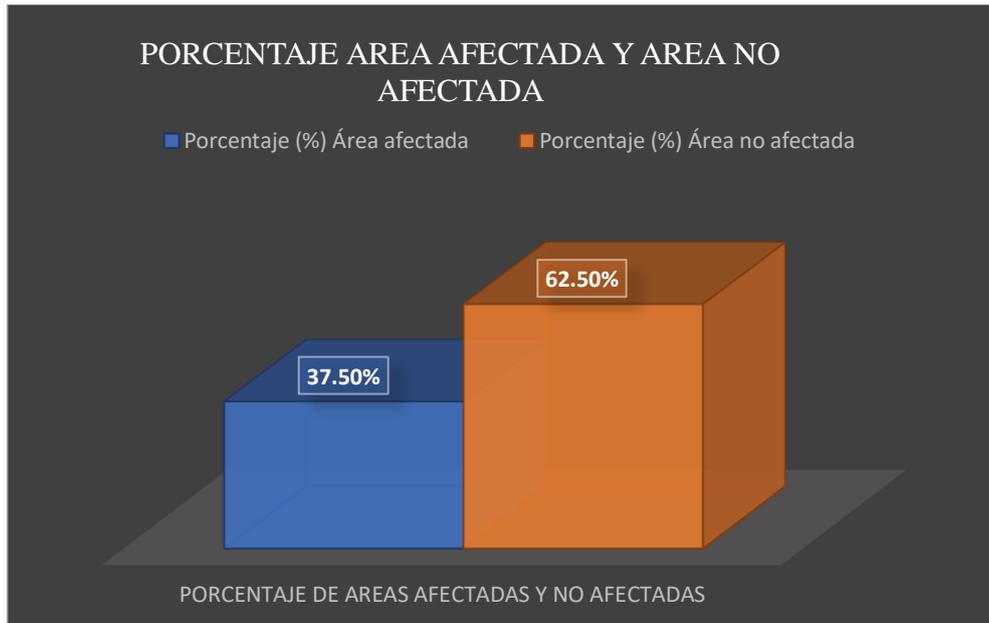
Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por fisuras y fracturamiento en forma severa, por lo que se recomendara cambiar en su totalidad esa unidad muestral

de la línea de conducción para así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionalidad estructural.

- A continuación, se muestra en el gráfico 7 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 03.

**GRÁFICO 7.** Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 03

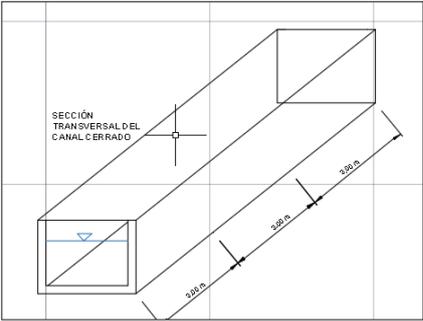


Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 37.50% de la unidad muestral 03 está afectada por patologías mientras que el 62.50% no presenta fallas patológicas.

TABLA 10 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 04

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                |   |               |         |                                  |            |              |                    |
|--|---|---------------|---------|----------------------------------|------------|--------------|--------------------|
| PROYECTO                                   | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |         |                                  |            |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°04                       |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| PATOLOGIAS                                 | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |         | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |            |              |                    |
|  | LEVE  | MODERADO      | SEVERO  |                                  |            |              |                    |
| E=EROSION                                  | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e | 1.89                             |            |              |                    |
| G=GRIETAS                                  | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm  | 1.70                             |            |              |                    |
| F=FISURAS                                  | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm   | 0.54                             |            |              |                    |
| Mo= MOHO                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | 0.00                             |            |              |                    |
| M=MUSGOS                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | -                                |            |              |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                          | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm | 0.60                             |            |              |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° 4 |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| ELEMENTOS                                  | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO   | LARGO                            | A.AFECTADA | %A. AFECTADA | NIVEL DE SEVERIDAD |
|  |   |               | m       | m                                | m2         |              |                    |
| MURO DERECHO (MD)                          | E   | 1.00          | 0.50    | 1.25                             | 0.63       | 41.67%       | LEVE               |
|  | G   | 3.30          | 0.50    | 1.60                             | 0.80       | 53.33%       | SEVERO             |
|  | F   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Fr  | 9.00          | 0.50    | 1.20                             | 0.60       | 40.00%       | MODERADO           |
| <b>2.03</b>                                |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| FONDO DEL CANAL                            | E   | 1.15          | 0.60    | 0.90                             | 0.54       | 30.00%       | LEVE               |
|  | G   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | F   | 1.35          | 0.60    | 0.90                             | 0.54       | 30.00%       | SEVERO             |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        | -                  |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        | -                  |

|   |                              |             |             |               |                                    |  |   |  |
|---|------------------------------|-------------|-------------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
| <b>1.08</b>   |                              |             |             |               |                                    |  |   |  |
| MURO<br>IZQUIERDO (MI)  | E                            | <b>1.50</b> | <b>0.50</b> | <b>1.45</b>   | <b>0.73</b>                        | <b>48.33%</b>  | <b>LEVE</b>   |  |
|   | G                            | <b>2.90</b> | <b>0.50</b> | <b>1.80</b>   | <b>0.90</b>                        | <b>60.00%</b>  | <b>MODERADO</b>   |  |
|   | F                            | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | Mo                           | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | M                            | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | Fr                           | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| <b>1.63</b>   |                              |             |             |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA  | <b>MEDIDAS DEL CANAL (m)</b> |             |             |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|   | ALTURA<br>(Y)                | ESPESO<br>R | BASE (b)    | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 1+155 - 1+158   | 0.50                         | 0.20        | 0.60        | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| <b>SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL</b>  |                              |             |             |               |                                    |  |   |  |
|  |                              |             |             |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°4</b>                                  |                              |             |             |               |                                    |  |   |  |
|  |                              |             |             |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 11 se muestran las Patologías identificadas en la unidad muestral N° 04 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

*TABLA 11.* Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N° 04

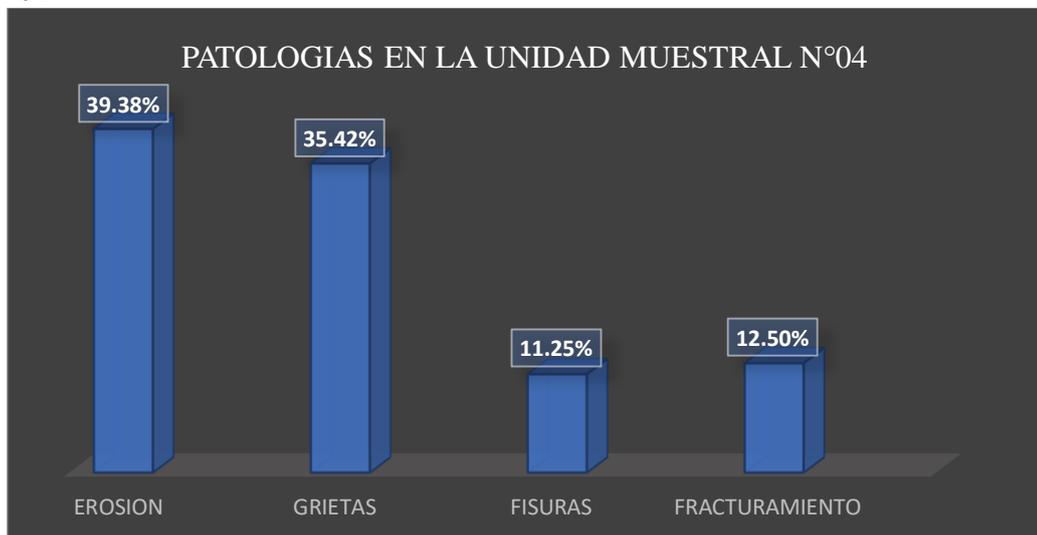
| <b>Patologías</b>     | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>        | 1.89                      | 39.38%                 |
| <b>Grietas</b>        | 1.70                      | 35.42%                 |
| <b>Fisuras</b>        | 0.54                      | 11.25%                 |
| <b>Fracturamiento</b> | 0.60                      | 12.50%                 |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas y físicas (Grietas, fisuras, fracturamiento y Erosion); las grietas son las que más perjudican a una estructura ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el grafico 8 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 04 en este caso erosión, grietas, fisuras y fracturamiento.

GRÁFICO 8 Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 04



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 12 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N°4 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

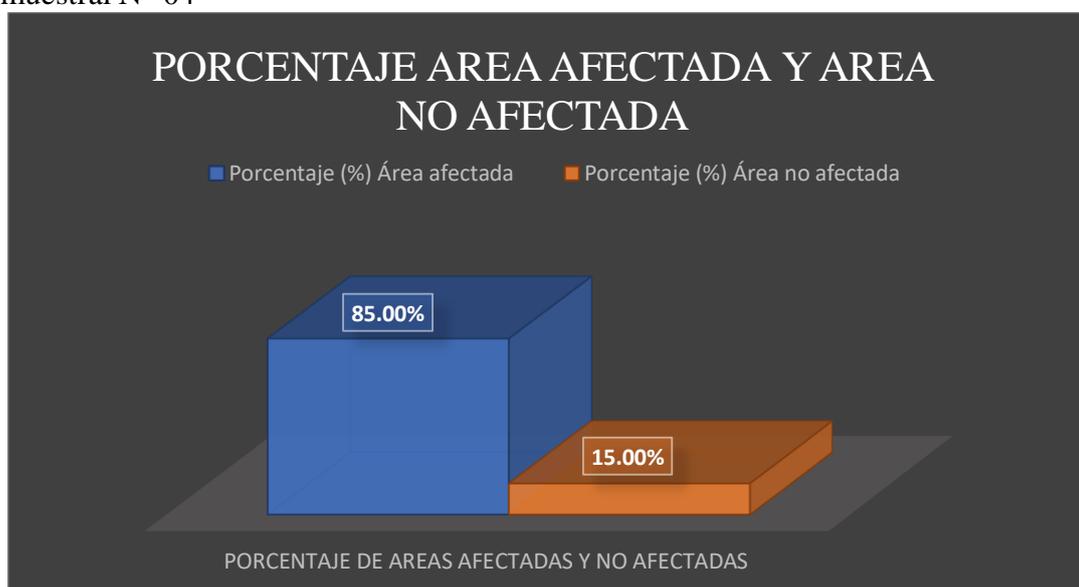
TABLA 12. Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°04

| Elementos  | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|--|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>  | 1.50               | 1.50               | 100.00%                      | Grieta    | Moderado           |
| <b>Muro Derecho</b>  | 1.50               | 1.50               | 100.00%                      | Grieta    | Severo             |
| <b>Fondo Canal</b>   | 1.80               | 1.08               | 60.00%                       | Fisura    | Severo             |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°4</b> |                    |                    |                              |           | <b>SEVERO</b>      |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por grietas en forma severa, por lo que se recomendaría cambiar la unidad muestral de la línea de conducción en su totalidad para así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionalidad estructural.
- A continuación, se muestra en el gráfico 9 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 04.

**GRÁFICO 9.** Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 04

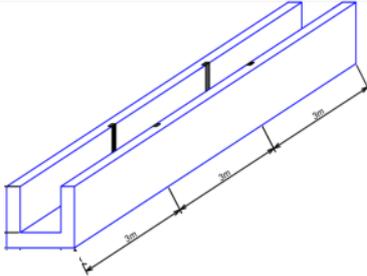


Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 85.00% de la unidad muestral 04 está afectada por patologías mientras que el 15.00% no presenta fallas patológicas.

TABLA 13 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 05

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                |   |               |         |                                  |            |              |                    |
|--|---|---------------|---------|----------------------------------|------------|--------------|--------------------|
| PROYECTO                                   | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |         |                                  |            |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°05                       |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| PATOLOGIAS                                 | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |         | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |            |              |                    |
|  | LEVE  | MODERADO      | SEVERO  |                                  |            |              |                    |
| E=EROSION                                  | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e | 0.855                            |            |              |                    |
| G=GRIETAS                                  | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm  | 0.550                            |            |              |                    |
| F=FISURAS                                  | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm   | 0.910                            |            |              |                    |
| Mo= MOHO                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | 0.00                             |            |              |                    |
| M=MUSGOS                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | -                                |            |              |                    |
| Fr= FRACTURAMIENTO                         | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm | -                                |            |              |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° 5 |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| ELEMENTOS                                  | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO   | LARGO                            | A.AFECTADA | %A. AFECTADA | NIVEL DE SEVERIDAD |
|  |   |               | m       | m                                | m2         |              |                    |
| MURO DERECHO (MD)                          | E   | 0.80          | 0.50    | 0.75                             | 0.38       | 25.00%       | LEVE               |
|  | G   | 3.10          | 0.50    | 1.10                             | 0.55       | 36.67%       | SEVERO             |
|  | F   | 0.95          | 0.50    | 0.80                             | 0.40       | 26.67%       | MODERADO           |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
| 1.33                                       |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| FONDO DEL CANAL                            | E   | 1.80          | 0.60    | 0.80                             | 0.48       | 26.67%       | LEVE               |
|  | G   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | F   | 0.70          | 0.60    | 0.85                             | 0.51       | 28.33%       | MODERADO           |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
| 0.99                                       |   |               |         |                                  |            |              |                    |

|   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|---|-----------------------|-------------|----------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
| MURO<br>IZQUIERDO<br>(M)  | E                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | G                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | F                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | Mo                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | M                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | Fr                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| <b>0.00</b>   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA  | MEDIDAS DEL CANAL (m) |             |          |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|   | ALTURA<br>(Y)         | ESPE<br>SOR | BASE (b) | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 1+275 - 1+278   | 0.50                  | 0.20        | 0.60     | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| <b>SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL</b>  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°5</b>                                  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 14 se muestran las Patologías identificadas en la unidad muestral N° 05 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

**TABLA 14.** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°05

| <b>Patologías</b>     | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>        | 0.86                      | 17.81%                 |
| <b>Grietas</b>        | 0.55                      | 11.46%                 |
| <b>Fisuras</b>        | 0.91                      | 18.96%                 |
| <b>Fracturamiento</b> | 0.00                      | 0.00%                  |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas y físicas (Grietas, fisuras y Erosion); las grietas y fisuras son las que más perjudican a una estructura ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el gráfico 10 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 05 en este caso erosión, grietas y fisuras.

**GRÁFICO 10** Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 05



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 15 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N°5 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

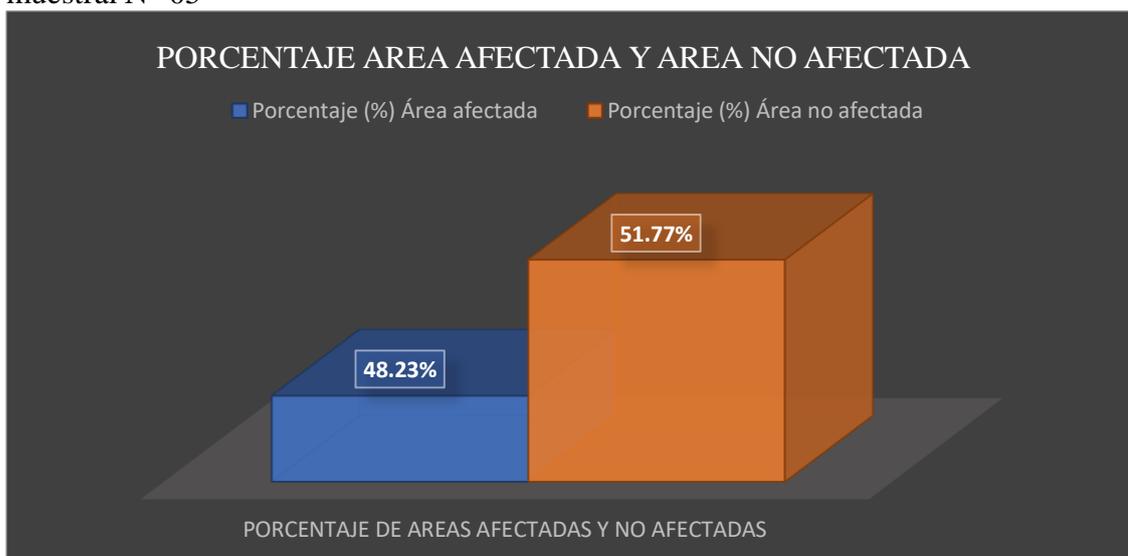
**TABLA 15.** Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°5

| Elementos  | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|--|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>  | 1.50               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Muro Derecho</b>  | 1.50               | 1.33               | 88.33%                       | Grieta    | Severo             |
| <b>Fondo Canal</b>   | 1.80               | 0.99               | 55.00%                       | Fisura    | Moderado           |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°5</b> |                    |                    |                              |           | <b>SEVERO</b>      |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada severamente por grietas, por lo que se recomendara cambiar en su totalidad la unidad muestral para así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionabilidad estructural.
- A continuación, se muestra en el grafico 11 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 05.

**GRÁFICO 11.** Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 05

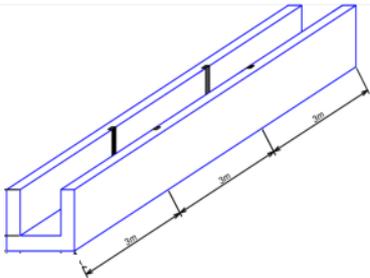


Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 48.23% de la unidad muestral 05 está afectada por patologías mientras que el 51.77% no presenta fallas patológicas.

TABLA 16 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 06

| FICHA TECNICA DE EVALUACION               |   |               |         |                                  |            |              |                    |
|---|---|---------------|---------|----------------------------------|------------|--------------|--------------------|
| PROYECTO                                  | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |         |                                  |            |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°06                      |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| PATOLOGIAS                                | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |         | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |            |              |                    |
|   | LEVE  | MODERADO      | SEVERO  |                                  |            |              |                    |
| E=EROSION                                 | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e | 1.14                             |            |              |                    |
| G=GRIETAS                                 | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm  | 0.45                             |            |              |                    |
| F=FISURAS                                 | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm   | 1.04                             |            |              |                    |
| Mo= MOHO                                  | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | 0.00                             |            |              |                    |
| M=MUSGOS                                  | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | -                                |            |              |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                         | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm | 0.00                             |            |              |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N°6 |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| ELEMENTOS                                 | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO   | LARGO                            | A.AFECTADA | %A. AFECTADA | NIVEL DE SEVERIDAD |
|   |   |               | m       | m                                | m2         |              |                    |
| MURO DERECHO (MD)                         | E   | 1.00          | 0.50    | 1.20                             | 0.60       | 40.00%       | LEVE               |
|   | G   | 2.70          | 0.50    | 0.90                             | 0.45       | 30.00%       | MODERADO           |
|   | F   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
| <b>1.05</b>                               |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| FONDO DEL CANAL                           | E   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | G   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | F   | 0.75          | 0.60    | 1.15                             | 0.69       | 38.33%       | MODERADO           |
|   | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        | -                  |
|   | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        | -                  |
| <b>0.69</b>                               |   |               |         |                                  |            |              |                    |

|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|--|-----------------------|-------------|----------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
| MURO<br>IZQUIERDO<br>(M)   | E                     | 2.00        | 0.40     | 1.35          | 0.54                               | 36.00%   | LEVE  |  |
|  | G                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | F                     | 0.60        | 0.50     | 0.70          | 0.35                               | 23.33%   | MODERADO  |  |
|  | Mo                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | M                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Fr                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| 0.89   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA   | MEDIDAS DEL CANAL (m) |             |          |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|  | ALTURA<br>(Y)         | ESPE<br>SOR | BASE (b) | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 1+365 - 1+368  | 0.50                  | 0.20        | 0.60     | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| <b>SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL</b>   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°3</b>                                   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 17 se muestran las Patologías identificadas en la unidad muestral N° 06 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

**TABLA 17.** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°6

| <b>Patologías</b>     | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>        | 1.14                      | 23.75%                 |
| <b>Grietas</b>        | 0.45                      | 9.38%                  |
| <b>Fisuras</b>        | 1.04                      | 21.67%                 |
| <b>Fracturamiento</b> | 0.00                      | 0.00%                  |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas y físicas (Grietas, fisuras y Erosion); las grietas y fisuras son las que más perjudican a una estructura ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el gráfico 12 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 06 en este caso erosión, grietas y fisuras.

*GRÁFICO 12* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 06



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 18 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N°66 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

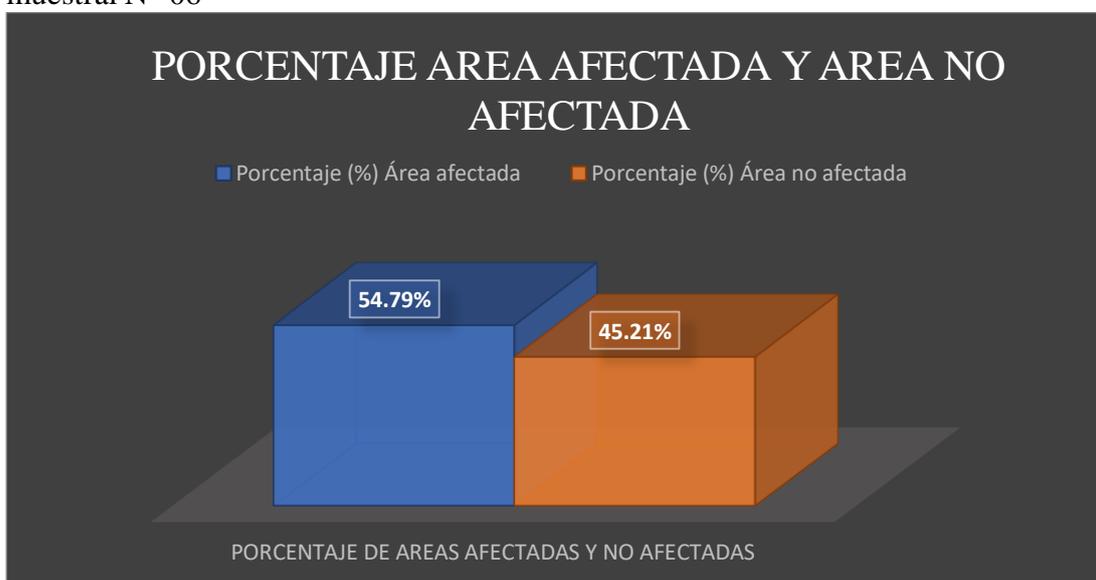
*TABLA 18.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°6

| Elementos  | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|--|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>  | 1.50               | 0.89               | 59.33%                       | Fisura    | Moderado           |
| <b>Muro Derecho</b>  | 1.50               | 1.05               | 70.00%                       | Grieta    | Moderado           |
| <b>Fondo Canal</b>   | 1.80               | 0.69               | 38.33%                       | Fisura    | Moderado           |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°6</b> |                    |                    |                              |           | <b>MODERADO</b>    |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por grietas en forma moderada, por lo que se recomendaría sellar parte del muro derecho del canal para así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionalidad estructural.
- A continuación, se muestra en el gráfico 13 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 06.

**GRÁFICO 13.** Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 06

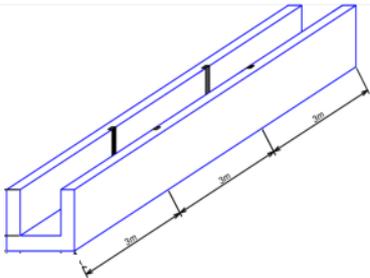


Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 54.79% de la unidad muestral 06 está afectada por patologías mientras que el 45.21% no presenta fallas patológicas.

TABLA 19 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 07

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                |   |               |             |                                  |             |               |                    |
|--|---|---------------|-------------|----------------------------------|-------------|---------------|--------------------|
| PROYECTO                                   | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |             |                                  |             |               |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°07                       |   |               |             |                                  |             |               |                    |
| PATOLOGIAS                                 | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |             | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |             |               |                    |
|  | LEVE  | MODERADO      | SEVERO      |                                  |             |               |                    |
| E=EROSION                                  | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e     | 1.370                            |             |               |                    |
| G=GRIETAS                                  | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm      | 0.000                            |             |               |                    |
| F=FISURAS                                  | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm       | 0.450                            |             |               |                    |
| Mo= MOHO                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |             | 0.00                             |             |               |                    |
| M=MUSGOS                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |             | -                                |             |               |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                          | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm     | -                                |             |               |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° 7 |   |               |             |                                  |             |               |                    |
| ELEMENTOS                                  | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO       | LARGO                            | A.AFECTADA  | %A. AFECTADA  | NIVEL DE SEVERIDAD |
|  |   |               | m           | m                                | m2          |               |                    |
| MURO DERECHO (MD)                          | E   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|  | G   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|  | F   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
| <b>0.00</b>                                |   |               |             |                                  |             |               |                    |
| FONDO DEL CANAL                            | E   | <b>1.00</b>   | <b>0.60</b> | <b>1.20</b>                      | <b>0.72</b> | <b>40.00%</b> | <b>LEVE</b>        |
|  | G   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|  | F   | <b>1.30</b>   | <b>0.60</b> | <b>0.75</b>                      | <b>0.45</b> | <b>25.00%</b> | <b>SEVERO</b>      |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         | -                  |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         | -                  |
| <b>1.17</b>                                |   |               |             |                                  |             |               |                    |

|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|--|-----------------------|-------------|----------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
| MURO<br>IZQUIERDO<br>(M)   | E                     | 1.50        | 0.50     | 1.30          | <b>0.65</b>                        | 43.33%   | <b>LEVE</b>   |  |
|  | G                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | F                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Mo                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | M                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Fr                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| <b>0.65</b>  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA   | MEDIDAS DEL CANAL (m) |             |          |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|  | ALTURA<br>(Y)         | ESPE<br>SOR | BASE (b) | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 1+450 - 1+453  | 0.50                  | 0.20        | 0.60     | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| <b>SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL</b>   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°7</b>                                   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 20 se muestran las Patologías identificadas en la unidad muestral N° 07 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

**TABLA 20.** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°07

| <b>Patologías</b>     | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>        | 1.37                      | 28.54%                 |
| <b>Grietas</b>        | 0.00                      | 0.00%                  |
| <b>Fisuras</b>        | 0.45                      | 9.38%                  |
| <b>Fracturamiento</b> | 0.00                      | 0.00%                  |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas y físicas (fisuras y Erosion); las fisuras son las que más perjudicaran a esta unidad muestral ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el gráfico 14 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 07 en este caso erosión y fisuras.

*GRÁFICO 14* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 07



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 21 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N°07 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

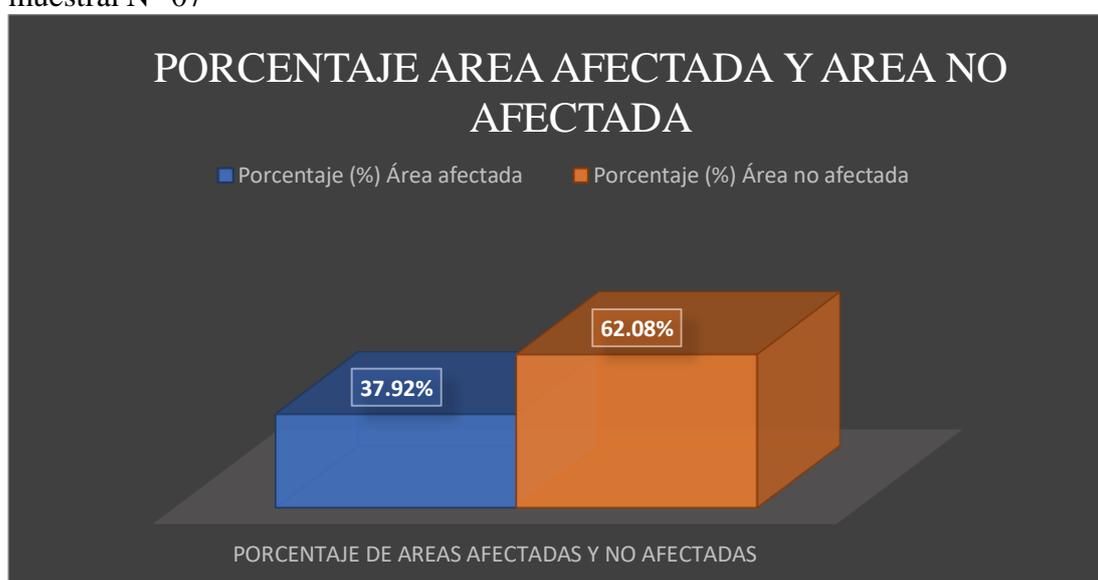
*TABLA 21.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°07

| Elementos  | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|--|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>  | 1.50               | 0.65               | 43.33%                       | Erosion   | Leve               |
| <b>Muro Derecho</b>  | 1.50               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Fondo Canal</b>   | 1.80               | 1.17               | 65.00%                       | Fisura    | Severo             |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°7</b> |                    |                    |                              |           | <b>SEVERO</b>      |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por fisuras en forma severa, por lo que se recomendara sellar parte del fondo de la línea de conducción para así evitar posibles filtraciones de agua o levantamientos por el empuje de tierra; y esto no afecte su operatividad y funcionabilidad estructural.
- A continuación, se muestra en el grafico 15 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 07.

**GRÁFICO 15.** Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 07

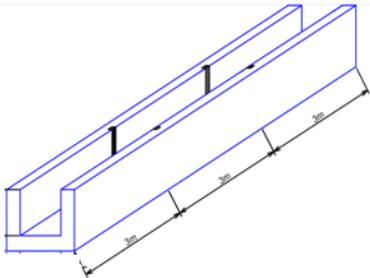


Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 37.92% de la unidad muestral 07 está afectada por patologías mientras que el 62.08% no presenta fallas patológicas.

TABLA 22 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 08

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                |   |               |         |                                  |            |              |                    |
|--|---|---------------|---------|----------------------------------|------------|--------------|--------------------|
| PROYECTO                                   | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |         |                                  |            |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°08                       |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| PATOLOGIAS                                 | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |         | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |            |              |                    |
|  | LEVE  | MODERADO      | SEVERO  |                                  |            |              |                    |
| E=EROSION                                  | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e | 0.475                            |            |              |                    |
| G=GRIETAS                                  | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm  | 0.500                            |            |              |                    |
| F=FISURAS                                  | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm   | 0.000                            |            |              |                    |
| Mo= MOHO                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | 0.00                             |            |              |                    |
| M=MUSGOS                                   | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | -                                |            |              |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                          | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm | 0.000                            |            |              |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° 8 |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| ELEMENTOS                                  | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO   | LARGO                            | A.AFECTADA | %A. AFECTADA | NIVEL DE SEVERIDAD |
|  |   |               | m       | m                                | m2         |              |                    |
| MURO DERECHO (MD)                          | E   | 1.00          | 0.50    | 0.95                             | 0.48       | 31.67%       | LEVE               |
|  | G   | 2.85          | 0.50    | 1.00                             | 0.50       | 33.33%       | MODERADO           |
|  | F   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Mo  | 0.00          | 0.50    | 0.90                             | 0.45       | 30.00%       | LEVE               |
|  | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
| 1.43                                       |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| FONDO DEL CANAL                            | E   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | G   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | F   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|  | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
| 0.00                                       |   |               |         |                                  |            |              |                    |

|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|--|-----------------------|-------------|----------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
| MURO<br>IZQUIERDO<br>(M)   | E                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | G                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | F                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Mo                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | M                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Fr                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| <b>0.00</b>  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA   | MEDIDAS DEL CANAL (m) |             |          |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|  | ALTURA<br>(Y)         | ESPESO<br>R | BASE (b) | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 1+860 - 1+863  | 0.50                  | 0.20        | 0.60     | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| <b>SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL</b>   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°3</b>                                   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 23 se muestran las Patologías identificadas en la unidad muestral N° 08 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

**TABLA 23.** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°08

| <b>Patologías</b> | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>    | 0.48                      | 9.90%                  |
| <b>Grietas</b>    | 0.50                      | 10.42%                 |
| <b>Fisuras</b>    | 0.00                      | 0.00%                  |
| <b>Moho</b>       | 0.45                      | 9.38%                  |

Fuente: Elaboración propia

- Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas, físicas y químicas (Grietas, Erosion y moho); las grietas son las que más perjudican a la unidad muestral ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el gráfico 16 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 08 en este caso erosión, grietas y moho.

**GRÁFICO 16** Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 08



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 24 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N°08 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento

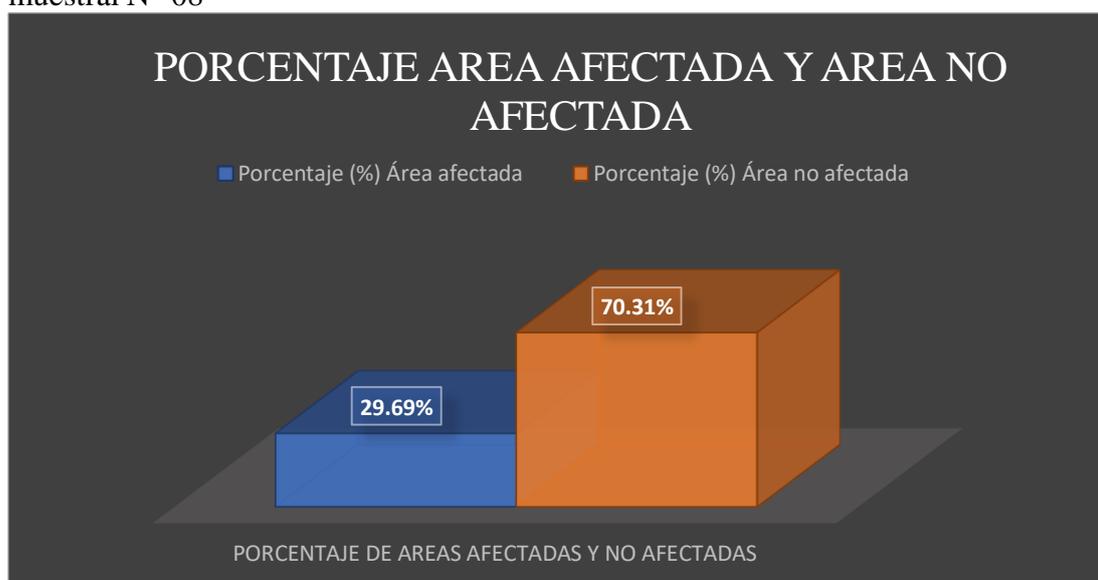
**TABLA 24.** Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°08

| Elementos  | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|--|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>  | 1.50               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Muro Derecho</b>  | 1.50               | 1.43               | 95.00%                       | Grieta    | Moderado           |
| <b>Fondo Canal</b>   | 1.80               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°8</b> |                    |                    |                              |           | <b>MODERADO</b>    |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por grietas en forma moderada, por lo que se recomendaría sellar parte del muro del canal para así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionalidad estructural.
- A continuación, se muestra en el gráfico 17 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 08.

**GRÁFICO 17.** Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 08

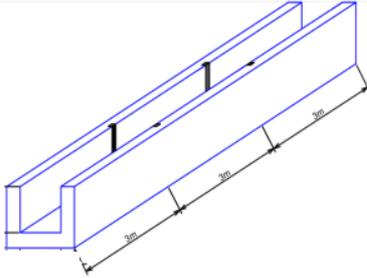


Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 29.69% de la unidad muestral 08 está afectada por patologías mientras que el 70.31% no presenta fallas patológicas.

TABLA 25 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 09

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                 |   |               |             |                                  |             |               |                    |
|---|---|---------------|-------------|----------------------------------|-------------|---------------|--------------------|
| PROYECTO                                    | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |             |                                  |             |               |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°09                        |   |               |             |                                  |             |               |                    |
| PATOLOGIAS                                  | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |             | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |             |               |                    |
|   | LEVE  | MODERADO      | SEVERO      |                                  |             |               |                    |
| E=EROSION                                   | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e     | 0.75                             |             |               |                    |
| G=GRIETAS                                   | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm      | 0.40                             |             |               |                    |
| F=FISURAS                                   | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm       | 0.51                             |             |               |                    |
| Mo= MOHO                                    | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |             | 0.00                             |             |               |                    |
| M=MUSGOS                                    | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |             | -                                |             |               |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                           | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm     | -                                |             |               |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° 09 |   |               |             |                                  |             |               |                    |
| ELEMENTOS                                   | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO       | LARGO                            | A.AFECTADA  | %A. AFECTADA  | NIVEL DE SEVERIDAD |
|   |   |               | m           | m                                | m2          |               |                    |
| MURO DERECHO (MD)                           | E   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | G   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | F   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | Mo  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | M   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | Fr  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
| <b>0.00</b>                                 |   |               |             |                                  |             |               |                    |
| FONDO DEL CANAL                             | E   | <b>1.00</b>   | <b>0.60</b> | <b>1.25</b>                      | <b>0.75</b> | <b>41.67%</b> | <b>LEVE</b>        |
|   | G   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | F   | <b>1.80</b>   | <b>0.60</b> | <b>0.85</b>                      | <b>0.51</b> | <b>28.33%</b> | <b>SEVERO</b>      |
|   | Mo  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | M   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         | -                  |
|   | Fr  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         | -                  |
| <b>1.26</b>                                 |   |               |             |                                  |             |               |                    |

|  |                       |                 |             |               |                                    |  |   |  |
|--|-----------------------|-----------------|-------------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
| MURO<br>IZQUIERDO<br>(M)   | E                     | 0.00            | 0.00        | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | G                     | <b>2.50</b>     | <b>0.50</b> | <b>0.80</b>   | <b>0.40</b>                        | <b>26.67%</b>  | <b>MODERADO</b>   |  |
|  | F                     | 0.00            | 0.00        | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Mo                    | 0.00            | 0.00        | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | M                     | 0.00            | 0.00        | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Fr                    | 0.00            | 0.00        | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| <b>0.40</b>  |                       |                 |             |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA   | MEDIDAS DEL CANAL (m) |                 |             |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|  | ALTURA<br>(Y)         | ESPE<br>SO<br>R | BASE (b)    | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 2+015 - 2+018  | 0.50                  | 0.20            | 0.60        | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| <b>SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL</b>   |                       |                 |             |               |                                    |  |   |  |
|   |                       |                 |             |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°9</b>                                   |                       |                 |             |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |                 |             |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 26 se muestran las Patologías identificadas en la unidad muestral N° 09 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

**TABLA 26.** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°9

| <b>Patologías</b> | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>    | 0.75                      | 15.63%                 |
| <b>Grietas</b>    | 0.40                      | 8.33%                  |
| <b>Fisuras</b>    | 0.51                      | 10.63%                 |
| <b>Moho</b>       | 0.00                      | 0.00%                  |

Fuente: Elaboración propia

- Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas y físicas (Grietas, fisuras y Erosion); las grietas son las que más perjudican al a unidad muestral ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el gráfico 18 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 09 en este caso erosión, grietas y fisuras.

*GRÁFICO 18* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 09



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 27 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N°09 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

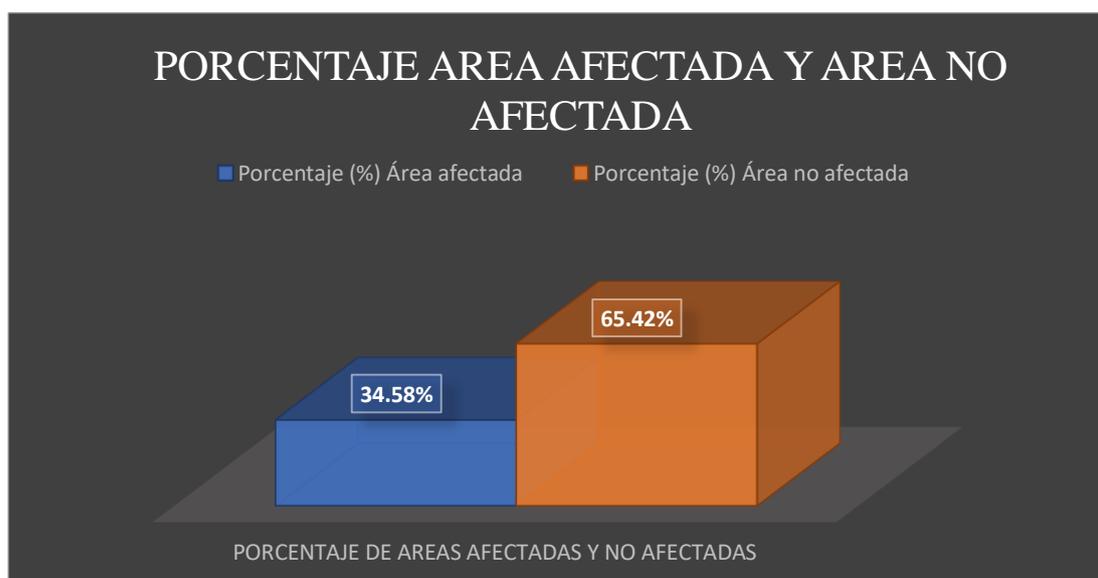
*TABLA 27.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°09

| Elementos  | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|--|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>  | 1.50               | 0.40               | 26.67%                       | Grieta    | Moderado           |
| <b>Muro Derecho</b>  | 1.50               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Fondo Canal</b>   | 1.80               | 1.26               | 70.00%                       | Fisura    | Severo             |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°9</b> |                    |                    |                              |           | <b>MODERADO</b>    |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por grieta en forma moderada, por lo que se recomendaría sellar parte del muro del canal para así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionalidad estructural.
- A continuación, se muestra en el gráfico 19 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 09.

*GRÁFICO 19.* Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 09

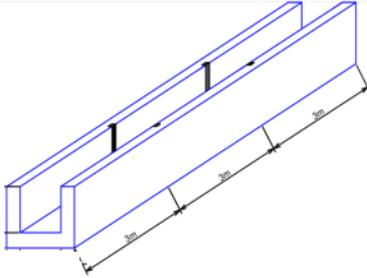


Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 34.58% de la unidad muestral 09 está afectada por patologías mientras que el 65.42% no presenta fallas patológicas.

TABLA 28 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 10

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                 |   |               |         |                                  |            |              |                    |
|---|---|---------------|---------|----------------------------------|------------|--------------|--------------------|
| PROYECTO                                    | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |         |                                  |            |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°10                        |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| PATOLOGIAS                                  | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |         | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |            |              |                    |
|   | LEVE  | MODERADO      | SEVERO  |                                  |            |              |                    |
| E=EROSION                                   | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e | 0.38                             |            |              |                    |
| G=GRIETAS                                   | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm  | 0.35                             |            |              |                    |
| F=FISURAS                                   | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm   | 0.00                             |            |              |                    |
| Mo= MOHO                                    | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | 0.00                             |            |              |                    |
| M=MUSGOS                                    | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | -                                |            |              |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                           | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm | -                                |            |              |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° 10 |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| ELEMENTOS                                   | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO   | LARGO                            | A.AFECTADA | %A. AFECTADA | NIVEL DE SEVERIDAD |
|   |   |               | m       | m                                | m2         |              |                    |
| MURO DERECHO (MD)                           | E   | 1.00          | 0.50    | 0.75                             | 0.38       | 25.00%       | LEVE               |
|   | G   | 3.00          | 0.50    | 0.70                             | 0.35       | 23.33%       | MODERADO           |
|   | F   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | Mo  | 0.00          | 0.50    | 1.20                             | 0.60       | 40.00%       | LEVE               |
|   | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
| 1.33  |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| FONDO DEL CANAL                             | E   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | G   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | F   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        | -                  |
|   | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        | -                  |
| 0.00  |   |               |         |                                  |            |              |                    |

|  |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |
|--|-----------------------|-----------------|----------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
| MURO<br>IZQUIERDO<br>(M)   | E                     | 0.00            | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | G                     | 0.00            | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | F                     | 0.00            | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Mo                    | 0.00            | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | M                     | 0.00            | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Fr                    | 0.00            | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| <b>0.00</b>  |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA   | MEDIDAS DEL CANAL (m) |                 |          |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|  | ALTURA<br>(Y)         | ESPE<br>SO<br>R | BASE (b) | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 2+150 - 2+158  | 0.50                  | 0.20            | 0.60     | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| <b>SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL</b>   |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |
|   |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°10</b>  |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |
| <br> |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 29 se muestran las Patologías identificadas en la unidad muestral N° 10 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m<sup>2</sup>) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

**TABLA 29.** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°10

| <b>Patologías</b> | <b>Área afectada (m<sup>2</sup>)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-------------------|--------------------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>    | 0.38                                 | 7.81%                  |
| <b>Grietas</b>    | 0.35                                 | 7.29%                  |
| <b>Fisuras</b>    | 0.00                                 | 0.00%                  |
| <b>Moho</b>       | 0.60                                 | 12.50%                 |

Fuente: Elaboración propia

- Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas, físicas y químicas (Grietas, Erosion y moho); las grietas son las que más perjudican a la unidad muestral ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el gráfico 20 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 10 en este caso erosión, grietas y moho.

*GRÁFICO 20* Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 10



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 30 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N°10 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

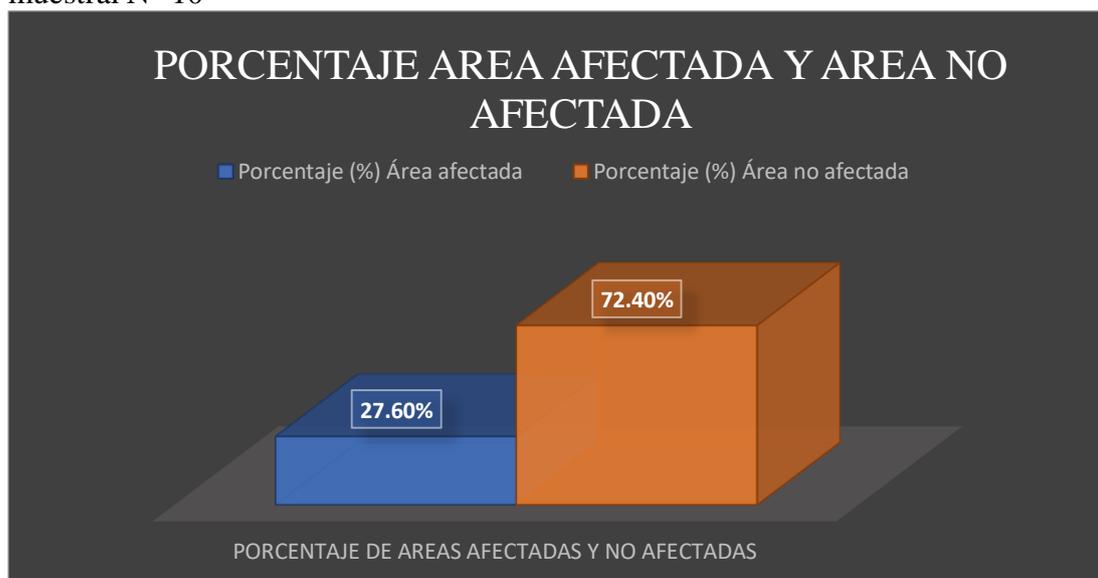
*TABLA 30.* Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°10

| Elementos   | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|---|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>   | 1.50               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Muro Derecho</b>   | 1.50               | 1.33               | 88.33%                       | Grieta    | Moderado           |
| <b>Fondo Canal</b>  | 1.80               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°10</b> |                    |                    |                              |           | <b>MODERADO</b>    |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por grietas en forma moderada, por lo que se recomendaría sellar parte del muro del canal para así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionalidad estructural.
- A continuación, se muestra en el gráfico 21 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 10.

**GRÁFICO 21.** Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 10

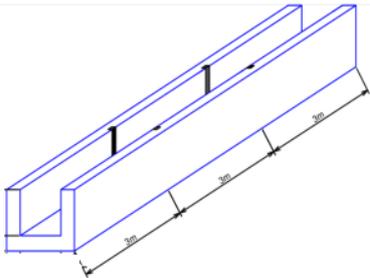


Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 27.60% de la unidad muestral 10 está afectada por patologías mientras que el 72.40% no presenta fallas patológicas.

TABLA 31 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 11

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                 |   |               |             |                                  |             |               |                    |
|---|---|---------------|-------------|----------------------------------|-------------|---------------|--------------------|
| PROYECTO                                    | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |             |                                  |             |               |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°11                        |   |               |             |                                  |             |               |                    |
| PATOLOGIAS                                  | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |             | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |             |               |                    |
|   | LEVE  | MODERADO      | SEVERO      |                                  |             |               |                    |
| E=EROSION                                   | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e     | 0.81                             |             |               |                    |
| G=GRIETAS                                   | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm      | 0.00                             |             |               |                    |
| F=FISURAS                                   | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm       | 0.69                             |             |               |                    |
| Mo= MOHO                                    | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |             | 0.00                             |             |               |                    |
| M=MUSGOS                                    | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |             | -                                |             |               |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                           | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm     | -                                |             |               |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° 11 |   |               |             |                                  |             |               |                    |
| ELEMENTOS                                   | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO       | LARGO                            | A.AFECTADA  | %A. AFECTADA  | NIVEL DE SEVERIDAD |
|   |   |               | m           | m                                | m2          |               |                    |
| MURO DERECHO (MD)                           | E   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | G   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | F   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | Mo  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | M   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | Fr  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
| <b>0.00</b>                                 |   |               |             |                                  |             |               |                    |
| FONDO DEL CANAL                             | E   | <b>1.50</b>   | <b>0.60</b> | <b>1.35</b>                      | <b>0.81</b> | <b>45.00%</b> | <b>LEVE</b>        |
|   | G   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | F   | <b>2.00</b>   | <b>0.60</b> | <b>1.15</b>                      | <b>0.69</b> | <b>38.33%</b> | <b>MODERADO</b>    |
|   | Mo  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | M   | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
|   | Fr  | 0.00          | 0.00        | 0.00                             | 0.00        | 0.00%         |                    |
| <b>1.50</b>                                 |   |               |             |                                  |             |               |                    |

|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|--|-----------------------|-------------|----------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
| MURO<br>IZQUIERDO<br>(M)   | E                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | G                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | F                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Mo                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | M                     | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|  | Fr                    | 0.00        | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| <b>0.00</b>  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA   | MEDIDAS DEL CANAL (m) |             |          |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|  | ALTURA<br>(Y)         | ESPESO<br>R | BASE (b) | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 2+215 - 2+218  | 0.50                  | 0.20        | 0.60     | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| <b>SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL</b>   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|   |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°11</b>                                  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 32 se muestran las Patologías identificadas en la unidad muestral N° 11 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

**TABLA 32.** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°11

| <b>Patologías</b> | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>    | 0.81                      | 16.88%                 |
| <b>Grietas</b>    | 0.00                      | 0.00%                  |
| <b>Fisuras</b>    | 0.69                      | 14.38%                 |
| <b>Moho</b>       | 0.00                      | 0.00%                  |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas y físicas (fisuras y Erosion); las fisuras son las que más perjudican a esta unidad muestral ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el gráfico 22 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 11 en este caso erosión y fisuras.

**GRÁFICO 22** Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 11



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 33 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N°11 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

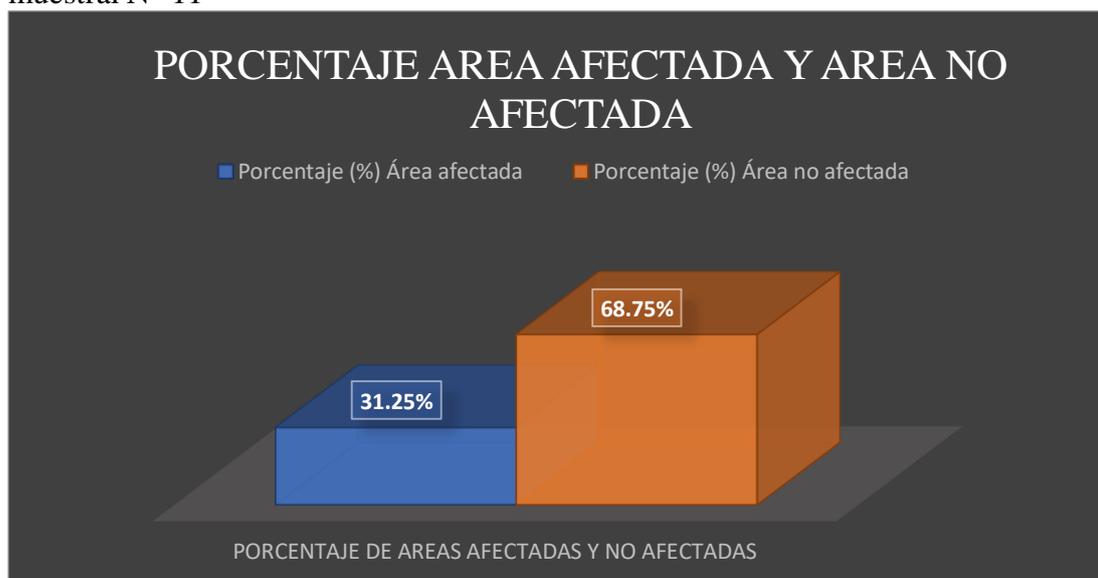
**TABLA 33.** Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°11

| Elementos   | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|---|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>   | 1.50               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Muro Derecho</b>   | 1.50               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Fondo Canal</b>  | 1.80               | 1.50               | 83.33%                       | Fisura    | Moderado           |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°11</b> |                    |                    |                              |           | <b>MODERADO</b>    |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por fisuras en forma moderada, por lo que se recomendaría sellar parte del muro del canal para así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionalidad estructural.
- A continuación, se muestra en el gráfico 23 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 11.

**GRÁFICO 23.** Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 11

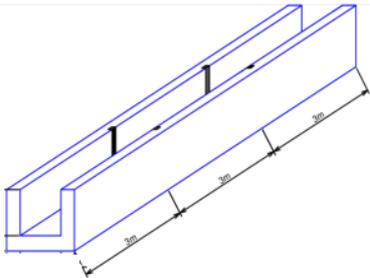


Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 31.25% de la unidad muestral 11 está afectada por patologías mientras que el 68.75% no presenta fallas patológicas.

TABLA 34 Ficha de evaluación de la unidad muestral N° 12

| FICHA TECNICA DE EVALUACION                 |   |               |         |                                  |            |              |                    |
|---|---|---------------|---------|----------------------------------|------------|--------------|--------------------|
| PROYECTO                                    | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE CABECERA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO UNCHUS, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018 |               |         |                                  |            |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°12                        |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| PATOLOGIAS                                  | NIVEL DE SEVERIDAD  |               |         | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |            |              |                    |
|   | LEVE  | MODERADO      | SEVERO  |                                  |            |              |                    |
| E=EROSION                                   | < 5 % e   | 5 % - 20 % e  | >20 % e | 1.20                             |            |              |                    |
| G=GRIETAS                                   | < 2 mm  | 2 - 3 mm      | > 3 mm  | 0.68                             |            |              |                    |
| F=FISURAS                                   | < 0.5 mm  | 0.5 - 1 mm    | >1 mm   | 0.00                             |            |              |                    |
| Mo= MOHO                                    | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | 0.00                             |            |              |                    |
| M=MUSGOS                                    | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE  |               |         | -                                |            |              |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                           | < 3 mm  | 3 - 10 mm     | > 10 mm | 0.00                             |            |              |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° 12 |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| ELEMENTOS                                   | PATOLOGIAS  | ABERTURA (mm) | ANCHO   | LARGO                            | A.AFECTADA | %A. AFECTADA | NIVEL DE SEVERIDAD |
|   |   |               | m       | m                                | m2         |              |                    |
| MURO DERECHO (MD)                           | E   | 1.00          | 0.50    | 1.10                             | 0.55       | 36.67%       | LEVE               |
|   | G   | 4.00          | 0.50    | 0.60                             | 0.30       | 20.00%       | SEVERO             |
|   | F   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
| <b>0.85</b>                                 |   |               |         |                                  |            |              |                    |
| FONDO DEL CANAL                             | E   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | G   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | F   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | Mo  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | M   | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
|   | Fr  | 0.00          | 0.00    | 0.00                             | 0.00       | 0.00%        |                    |
| <b>0.00</b>                                 |   |               |         |                                  |            |              |                    |

|   |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |
|---|-----------------------|-----------------|----------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
| MURO<br>IZQUIERDO<br>(M)  | E                     | 2.00            | 0.50     | 1.30          | 0.65                               | 43.33%   | LEVE  |  |
|   | G                     | 3.10            | 0.50     | 0.75          | 0.38                               | 25.00%   | SEVERO  |  |
|   | F                     | 0.00            | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | Mo                    | 0.00            | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | M                     | 0.00            | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
|   | Fr                    | 0.00            | 0.00     | 0.00          | 0.00                               | 0.00%  |   |  |
| 1.03  |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA  | MEDIDAS DEL CANAL (m) |                 |          |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|   | ALTURA<br>(Y)         | ESPE<br>SO<br>R | BASE (b) | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
| 2+320 - 2+323   | 0.50                  | 0.20            | 0.60     | 3.00          | 4.80                               | 1.50   | 1.80  | 1.50   |
| <b>SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL</b>  |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°12</b>                                 |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |                 |          |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 35 se muestran las Patologías identificadas en la unidad muestral N° 12 que corresponde a la línea de conducción, se observan las áreas afectadas (m2) y porcentaje de áreas afectadas por cada patología. El área afectada de cada patología resulta la suma de los elementos de la línea de conducción en este caso sería muro derecho, muro izquierdo y fondo del canal.

**TABLA 35.** Patología identificada y areas afectadas en la unidad muestral N°12

| <b>Patologías</b> | <b>Área afectada (m2)</b> | <b>% Area afectada</b> |
|-------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Erosion</b>    | 1.20                      | 25.00%                 |
| <b>Grietas</b>    | 0.68                      | 14.06%                 |
| <b>Fisuras</b>    | 0.00                      | 0.00%                  |
| <b>Moho</b>       | 0.00                      | 0.00%                  |

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que no se realizó el correcto diseño estructural en la línea de conducción del sistema de agua potable; como se observa en los resultados la unidad muestral está afectada por patologías mecánicas y físicas (Grietas y Erosion); las grietas son las que más perjudican a esta unidad muestral ocasionando pérdidas de masa en el concreto y a la vez causaran fallas en la condición de servicio para el cual fue diseñado.

- En el gráfico 24 muestra el porcentaje de área afectada por patología encontrada en la unidad muestral 12 en este caso erosión y grietas.

GRÁFICO 24 Porcentaje de área afectada por patología en la unidad muestral N° 12



Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 33 se muestra el resumen por elemento de la patología más crítica presente en la unidad muestral N°12 de la línea de conducción del sistema de agua potable, así como el área afectada total por elemento y el % de área afectada por elemento.

TABLA 36. Resumen de patología más crítica por elemento en la unidad muestral N°12

| Elementos   | Área evaluada (m2) | Área afectada (m2) | Porcentaje (%) Área afectada | Patología | Nivel de severidad |
|---|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>Muro Izquierdo</b>   | 1.50               | 1.03               | 68.33%                       | Grieta    | Severo             |
| <b>Muro Derecho</b>   | 1.50               | 0.85               | 56.67%                       | Grieta    | Severo             |
| <b>Fondo Canal</b>  | 1.80               | 0.00               | 0.00%                        | -         | -                  |
| <b>Nivel de severidad predominante en la unidad muestral N°12</b> |                    |                    |                              |           | <b>SEVERO</b>      |

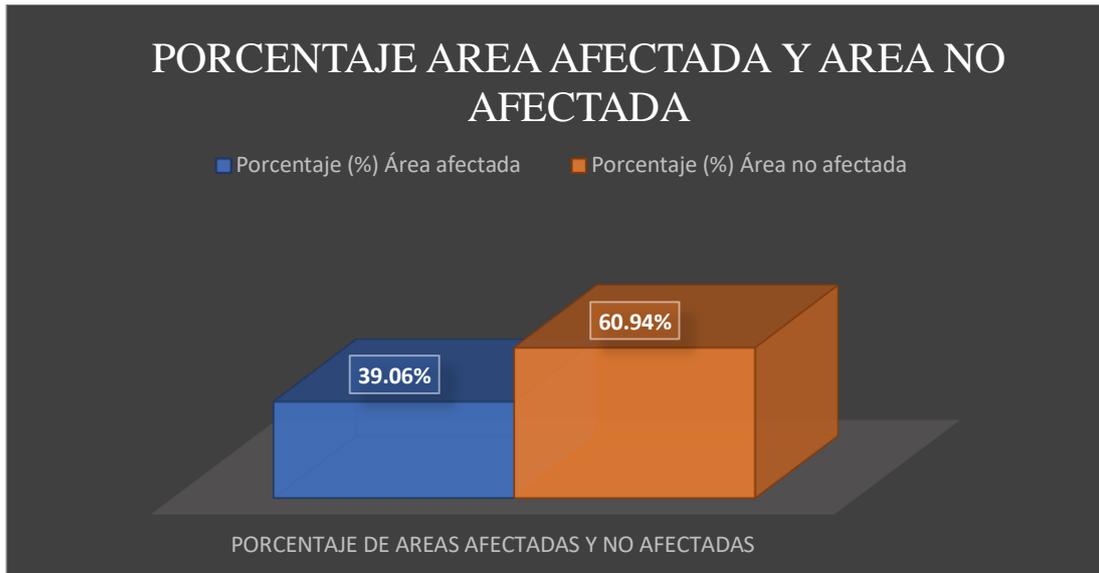
Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se puede deducir que esta unidad muestral está dañada por grietas en forma severa, por lo que se recomendará cambiar en su totalidad la unidad muestral de la línea de

conducción para así evitar posibles filtraciones de agua; y esto no afecte su operatividad y funcionalidad estructural.

- A continuación, se muestra en el gráfico 25 indicando el porcentaje de área afectada y no afectada en la unidad muestral 12.

**GRÁFICO 25.** Gráfico Porcentaje total de área afectada y no afectada en la unidad muestral N° 12



Fuente: Elaboración propia

- ✓ El 39.06% de la unidad muestral 12 está afectada por patologías mientras que el 60.94% no presenta fallas patológicas.

- **Resumen de resultados**

Se puede deducir:

En las estructuras de cabecera del sistema de agua potable se presentan severas patologías del concreto debido a las grietas, fisuras y fracturamiento, debido a la presión lateral que se origina por el empuje de tierra del terreno ya que es un terreno muy inclinado; produciendo pérdida de agua por filtraciones, y esto ocasiona también grietas de gran magnitud a causa de los hundimientos del terreno.

Por tal motivo se deduce que no se realizó el correcto diseño estructural del, por otro lado, se observó que hubo deficiencias en el proceso constructivo, debido a que no se respetó el espesor del muro del concreto, puesto que la dimensión del diseño es de 15 centímetros y al verificar no fue constante a lo largo de la línea de conducción. No existe un diseño de mezcla correcto para la construcción de una estructura es por eso que se observaron gran cantidad de erosión en el concreto, debido a que este no tiene buena adherencia entre los materiales empleados y no carece de una buena resistencia de concreto, también se presencié moho por la falta de operación y mantenimiento del canal.

A continuación, se presentan cuadros en el resumen de las unidades muestrales:

**TABLA 37** Porcentaje de áreas afectadas totales según patologías del concreto en la captación del sistema de agua potable

| <b>RESUMEN DE AREAS AFECTADAS POR PATOLOGIA EN CADA ELEMENTO DE LA CAPTACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE</b> |                                  |  |                                   |                                  |                                   |                                 |                                   |  |
|--|----------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| <b>EROSION (E), GRIETA (G), FISURA (F), FRACTURAMIENTO (FR) Y MOHO (MO).</b>                                 |                                  |  |                                   |                                  |                                   |                                 |                                   |  |
| <b>UNIDA<br/>D<br/>MUEST<br/>RAL</b>   | <b>PATOLO<br/>GIAS</b>           | <b>MURO 1</b>  |                                   | <b>FONDO DE LA<br/>CAPTACION</b> |                                   | <b>MURO 2,3,4</b>               |                                   | <b>%A.<br/>AFECT<br/>ADA<br/>TOTAL</b> |
|  |                                  | <b>AREA<br/>AFECT<br/>ADA m2</b>                       | <b>%AREA<br/>AFECT<br/>ADA m2</b> | <b>AREA<br/>AFECT<br/>ADA m2</b> | <b>%AREA<br/>AFECT<br/>ADA m2</b> | <b>AREA<br/>AFECTADA<br/>m2</b> | <b>%AREA<br/>AFECT<br/>ADA m2</b> |  |
| 1  | G,F                              | 15.07  | 99.14%                            | 0.00                             | 0.00%                             | 0.00                            | 0.00%                             | 19.62%                                 |
| <b>UNIDA<br/>D<br/>MUEST<br/>RAL</b>   | <b>PATOLO<br/>GIAS</b>           | <b>NIVEL DE SEVERIDAD PREDOMINANTE EN LA CAPTACION</b> |                                   |                                  |                                   |                                 |                                   | <b>%A.<br/>AFECT<br/>ADA<br/>TOTAL</b> |
|  |                                  | <b>MURO DERECHO</b>                                    |                                   | <b>FONDO DEL<br/>CANAL</b>       |                                   | <b>MURO IZQUIERDO</b>           |                                   |  |
| 1  | G,F                              | MODERADO   |                                   |                                  |                                   |                                 |                                   | 19.62%                                 |
| <b>CONDICION DE<br/>SERVICIO</b>   |                                  | REGULAR  |                                   |                                  |                                   |                                 |                                   |  |
| <b>UNIDA<br/>D<br/>MUEST<br/>RAL</b>   | <b>PATOLO<br/>GIAS</b>           | <b>AREA AFECTADA DE CADA PATOLOGIA EN LA CAPTACION</b> |                                   |                                  |                                   |                                 |                                   | <b>%A.<br/>AFECT<br/>ADA<br/>TOTAL</b> |
|  |                                  | <b>EROSI<br/>ON</b>                                    | <b>GRIET<br/>A</b>                | <b>FISURA</b>                    | <b>MOHO</b>                       | <b>FRACTURAM<br/>IENTO</b>      |                                   |  |
| 1  | <b>AREA<br/>AFECTA<br/>DA m2</b> | 0.00   | 5.95                              | 9.12                             | 0.00                              | 0.00                            |                                   | 19.62%                                 |

Fuente: Elaboración propia

- De la tabla 37 las patologías encontradas en la captación del sistema de agua potable son Grietas (G) y Fisuras (F); que afectan con un 19.62% de área al muro 1 de la captación, así mismo tiene un nivel de severidad moderado.

**TABLA 38** Porcentaje de áreas afectadas totales por elemento según patologías del concreto en la línea de conducción del sistema de agua potable

| <b>RESUMEN DE AREAS AFECTADAS POR PATOLOGIA EN CADA ELEMENTO DE LA LINEA DE CONDUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE</b> |                   |                         |                          |                         |                          |                         |                          |                           |
|--|-------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <b>EROSION (E), GRIETA (G), FISURA (F), FRACTURAMIENTO (FR) Y MOHO (MO).</b>   |                   |                         |                          |                         |                          |                         |                          |                           |
| <b>UNIDAD MUESTRAL</b>   | <b>PATOLOGIAS</b> | <b>MURO DERECHO</b>     |                          | <b>FONDO DEL CANAL</b>  |                          | <b>MURO IZQUIERDO</b>   |                          | <b>%A. AFECTADA TOTAL</b> |
|  |                   | <b>AREA AFECTADA m2</b> | <b>%AREA AFECTADA m2</b> | <b>AREA AFECTADA m2</b> | <b>%AREA AFECTADA m2</b> | <b>AREA AFECTADA m2</b> | <b>%AREA AFECTADA m2</b> |                           |
| <b>2</b>   | E,G               | 1.03                    | 68.33%                   | 0.00                    | 0.00%                    | 0.00                    | 0.00%                    | 21.35%                    |
| <b>3</b>   | E,F,FR            | 1.15                    | 76.67%                   | 0.00                    | 0.00%                    | 0.65                    | 43.33%                   | 37.50%                    |
| <b>4</b>   | E,G,F,FR          | 2.03                    | 135.00%                  | 1.08                    | 60.00%                   | 1.63                    | 108.33%                  | 98.54%                    |
| <b>5</b>   | E,G,F             | 1.33                    | 88.33%                   | 0.99                    | 55.00%                   | 0.00                    | 0.00%                    | 48.23%                    |
| <b>6</b>   | E,G,F             | 1.05                    | 70.00%                   | 0.69                    | 38.33%                   | 0.89                    | 59.33%                   | 54.79%                    |
| <b>7</b>   | E,F               | 0.00                    | 0.00%                    | 1.17                    | 65.00%                   | 0.65                    | 43.33%                   | 37.92%                    |
| <b>8</b>   | E,G,MO            | 1.43                    | 95.00%                   | 0.00                    | 0.00%                    | 0.00                    | 0.00%                    | 29.69%                    |
| <b>9</b>   | E,G,F             | 0.00                    | 0.00%                    | 1.26                    | 70.00%                   | 0.40                    | 26.67%                   | 34.58%                    |
| <b>10</b>  | E,G,MO            | 1.33                    | 88.33%                   | 0.00                    | 0.00%                    | 0.00                    | 0.00%                    | 27.60%                    |
| <b>11</b>  | E,F               | 0.00                    | 0.00%                    | 1.50                    | 83.33%                   | 0.00                    | 0.00%                    | 31.25%                    |
| <b>12</b>  | E,G               | 0.85                    | 56.67%                   | 0.00                    | 0.00%                    | 1.03                    | 68.33%                   | 39.06%                    |
| <b>TOTAL</b>   |                   | <b>10.18</b>            | <b>61.67%</b>            | <b>6.69</b>             | <b>33.79%</b>            | <b>5.24</b>             | <b>31.76%</b>            | <b>41.87%</b>             |

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 39** Resumen del área afectada de cada patología en la línea de conducción

| UNIDAD MUESTRA L          | PATOLOGIAS       | AREA AFECTADA DE CADA PATOLOGIA EN LA LINEA DE CONDUCCION |              |              |              |                | %A. AFECTADA TOTAL |
|---------------------------|------------------|---|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------------|
|                           |                  | EROSION   | GRIETA       | FISURA       | MOHO         | FRACTURAMIENTO |                    |
| 2                         | AREA AFECTADA m2 | 0.65  | 0.38         | 0.00         | 0.00         | 0.00           | 21.35%             |
| 3                         |                  | 0.68  | 0.00         | 0.48         | 0.00         | 0.65           | 37.50%             |
| 4                         |                  | 1.89  | 1.70         | 0.54         | 0.00         | 0.60           | 98.54%             |
| 5                         |                  | 0.86  | 0.55         | 0.91         | 0.00         | 0.00           | 48.23%             |
| 6                         |                  | 1.14  | 0.45         | 1.04         | 0.00         | 0.00           | 54.79%             |
| 7                         |                  | 1.37  | 0.00         | 0.45         | 0.00         | 0.00           | 37.92%             |
| 8                         |                  | 0.48  | 0.50         | 0.00         | 0.45         | 0.00           | 29.69%             |
| 9                         |                  | 0.75  | 0.40         | 0.51         | 0.00         | 0.00           | 34.58%             |
| 10                        |                  | 0.38  | 0.35         | 0.00         | 0.60         | 0.00           | 27.60%             |
| 11                        |                  | 0.81  | 0.00         | 0.69         | 0.00         | 0.00           | 31.25%             |
| 12                        |                  | 1.20  | 0.68         | 0.00         | 0.00         | 0.00           | 39.06%             |
| <b>TOTAL</b>              |                  | 10.19   | 5.00         | 4.62         | 1.05         | 1.25           | 41.87%             |
| <b>%A. AFECTADA TOTAL</b> |                  | <b>19.30%</b>   | <b>9.47%</b> | <b>8.74%</b> | <b>1.99%</b> | <b>2.37%</b>   |                    |

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 40** Resumen de los niveles de severidad predominantes en las unidades muestrales de la línea de conducción

| UNIDAD MUESTRAL       | PATOLOGIAS | NIVEL DE SEVERIDAD PREDOMINANTE  |                 |                | %A. AFECTADA TOTAL |
|-----------------------|------------|--|-----------------|----------------|--------------------|
|                       |            | MURO DERECHO   | FONDO DEL CANAL | MURO IZQUIERDO |                    |
| 2                     | E,G        | MODERADO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso la grieta por ser una patología mecánica)   |                 |                | 21.35%             |
| 3                     | E,F,FR     | SEVERO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso el fracturamiento por ser una patología mecánica)   |                 |                | 37.50%             |
| 4                     | E,G,F,FR   | SEVERO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso la grieta por ser una patología mecánica)   |                 |                | 98.54%             |
| 5                     | E,G,F      | SEVERO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso la grieta por ser una patología mecánica)   |                 |                | 48.23%             |
| 6                     | E,G,F      | MODERADO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso la grieta por ser una patología mecánica)   |                 |                | 54.79%             |
| 7                     | E,F        | SEVERO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso la fisura por ser una patología mecánica)   |                 |                | 37.92%             |
| 8                     | E,G,MO     | MODERADO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso la grieta por ser una patología mecánica)   |                 |                | 29.69%             |
| 9                     | E,G,F      | MODERADO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso la grieta por ser una patología mecánica)   |                 |                | 34.58%             |
| 10                    | E,G,MO     | MODERADO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso la grieta por ser una patología mecánica)   |                 |                | 27.60%             |
| 11                    | E,F        | MODERADO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso la fisura por ser una patología mecánica)   |                 |                | 31.25%             |
| 12                    | E,G        | SEVERO (porque se escogió la patología que afecta estructuralmente<br>En este caso la grieta por ser una patología mecánica)   |                 |                | 39.06%             |
| CONDICION DE SERVICIO |            | REGULAR (porque el nivel de severidad predominante es MODERADO en todas las unidades muestrales debido al análisis de patologías que afectan estructuralmente al objeto de estudio ) |                 |                |                    |

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla 38 las patologías concurrentes en las 11 unidades muestrales de nuestro objeto de estudio son Erosión (E), Grietas (G), Fisuras (F), Fracturamiento (Fr) Y Moho (Mo); que afectan con un 41.87% de área total equivalente a 22.11 m<sup>2</sup> de area afectada a la línea de conducción.
- En la tabla 39 el porcentaje de área afectada total por cada patología, fracturamiento con 2.37%, moho con 1.99% son las patologías de menor daño para la estructura; por otra parte, la erosión con 19.30 %, la grieta con 9.47% y el fisura con 8.74% causan daños moderados a la línea de conducción del sistema de agua potable, ocasionando la pérdida de agua y perjudicando su función principal, que es conducir dicho elemento.
- En la tabla 40 el nivel de severidad predominante en el objeto de estudio es moderado debido a que en la unidad muestral 03, 04, 05 presentan la mayor cantidad de área afectada sin embargo la patología predominante es Erosion y luego Grietas; pero las grietas son las que afectaran estructuralmente a la línea de conducción por lo que la condición de servicio actual se clasificara de manera regular debido a que la muestra de nuestro objeto de estudio presenta un nivel de severidad moderado por las patologías mecánicas encontradas.

- **Acotación:**

Para obtener la condición de servicio con mayor seguridad es necesario aplicar según las bases teóricas pequeños cálculos sobre “la eficiencia de la entrega” que trata sobre la conservación del agua mediante los caudales de ingreso y salida en el canal, es por ello que se ha tomado el volumen de agua de un tramo del canal con longitud de 10 metros por criterio del investigador, para obtener

la eficiencia de entrega. De este modo, determinar la condición de servicio según el cuadro 8 presentado en las bases teóricas.

*TABLA 41.* Volumen de agua de entrada y salida de la sección del canal

| <b>Línea de conducción</b>   | <b>Entrada</b> | <b>Salida</b> |
|------------------------------|----------------|---------------|
| <b>Tirante Del Canal (m)</b> | 0.30           | 0.27          |
| <b>Largo Del Canal (m)</b>   | 10.00          | 10.00         |
| <b>Ancho Del Canal (m)</b>   | 0.60           | 0.60          |
| <b>Tiempo (seg)</b>          | 65             | 69            |
| <b>Total en (m3)</b>         | 1.80           | 1.62          |

Fuente: Elaboración propia

De la ecuación (1):

$$E = \frac{q}{Q} = \frac{0.023 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.028 \text{ m}^3/\text{seg}} \dots\dots(1)$$

$$E = 0.82$$

De acuerdo con el resultado, se obtiene la siguiente condición de servicio: **REGULAR**, Esto se compara con el cuadro 18 del Resumen de los niveles de severidad predominantes en las unidades muestrales y ambos tienen una condición de servicio Regular.

## 4.2. Análisis de resultados

El análisis de resultados se basa principalmente en las condiciones en las que se encontró la captación y línea de conducción del sistema de agua potable del centro poblado de Unchus para así poder obtener las patologías que afectan a dicha estructura y gracias a ello se pudo visualizar diversas patologías en todo el tramo desde la captación a la línea de conducción, mediante 12 unidades muestrales.

- **Unidad muestral N°01:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas en la captación fueron Grietas con un area afectada de 5.95 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad moderado, fisuras con un area afectada de 9.12 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad moderado; la muestra 01 de nuestro objeto de estudio que pertenece a la captación tiene un area de 76.80 m<sup>2</sup> lo cual está afectada patológicamente con un 15.07 m<sup>2</sup> equivalente al 19.62%. En la unidad muestral se identifica que el nivel de severidad que predomina es: MODERADO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las grietas y esto se podría decir debido a que las esfuerzos de tensión superaron a los esfuerzos en el concreto o la mala práctica de colocación y pérdida excesiva de agua generando contracción en el concreto.

- ✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 01 presenta grietas con aberturas de 2.1 mm, según el autor Mogollón (24), pag 25 refiere que las grietas con aberturas de 2.0 a 3.0 mm son consideradas moderadas

- **Unidad muestral N°02:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 0.65 m<sup>2</sup> y nivel de severidad leve, grietas con un area afectada de 0.38m<sup>2</sup> y nivel de severidad moderado; la muestra 02 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo cual está afectada patológicamente con 1.03 m<sup>2</sup> equivalente al 21.35%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina es MODERADO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las grietas y esto se podría decir debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y perdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 02 presenta grietas con aberturas de 2.6 mm, según el autor Mogollón (24), pag 25 refiere que las grietas con aberturas de 2.0 a 3.0 mm son consideradas moderadas.

- **Unidad muestral N°03:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 0.68 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad leve, fisuras con un area afectada de 0.48 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad severo, fracturamiento con un area afectada de 0.65 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad severo; la muestra 03 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo cual está afectada patológicamente con 3.00 m<sup>2</sup> equivalente al 37.50%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina es SEVERO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las fisuras y

fracturamiento esto se podría decir debido a que la línea de conducción presento grandes agrietamientos ocasionando la separación de bloques de concreto además por un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y perdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 03 presenta fracturamiento con aberturas de 13 mm, según el autor Invias (23), pag 48 refiere que el fracturamiento con aberturas mayores a 10 mm son consideradas severas.

- **Unidad muestral N°04:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 1.89 m<sup>2</sup> y nivel de severidad leve, grietas con un area afectada de 1.70 m<sup>2</sup> y nivel de severidad severo, fisuras con un area afectada de 0.54 m<sup>2</sup> y nivel de severidad severo, fracturamiento con un area afectada de 0.60 m<sup>2</sup> y nivel de severidad moderado; la muestra 04 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo cual está afectada patológicamente con 4.08 m<sup>2</sup> equivalente al 85.00%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina es SEVERO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las grietas y esto se podría decir debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y perdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 04 presenta grietas con aberturas de 3.3 mm, según el autor Mogollón (24),

pag 25 refiere que las grietas con aberturas mayores a 3.0 mm son consideradas severas.

- **Unidad muestral N°05:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 0.89 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad leve, grietas con un area afectada de 0.55 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad severo, fisuras con un area afectada de 0.91 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad moderado; la muestra 06 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo cual está afectada patológicamente con 2.31 m<sup>2</sup> equivalente al 48.23%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina es SEVERO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las grietas y esto se podría decir debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y perdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 05 presenta grietas con aberturas de 3.1 mm, según el autor Mogollón (24), pag 25 refiere que las grietas con aberturas mayores a 3.0 mm son consideradas severas.

- **Unidad muestral N°06:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 1.14 m<sup>2</sup> y nivel de severidad leve, fisuras con un area afectada de 1.04 m<sup>2</sup> y nivel de severidad moderado, grietas con un area afectada de 0.45 m<sup>2</sup> y nivel de severidad moderado; la muestra 06 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo

cual está afectada patológicamente con 2.63 m<sup>2</sup> equivalente al 54.79%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina es MODERADO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las grietas y esto se podría decir debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y pérdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 05 presenta grietas con aberturas de 2.7 mm, según el autor Mogollón (24), pag 25 refiere que las grietas con aberturas de 2.0 a 3.0 mm son consideradas moderadas.

- **Unidad muestral N°07**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 1.37 m<sup>2</sup> y nivel de severidad leve, fisuras con un area afectada de 0.45 m<sup>2</sup> y nivel de severidad severo; la muestra 07 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo cual está afectada patológicamente con 1.82 m<sup>2</sup> equivalente al 37.92%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina es SEVERO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las fisuras y esto se podría decir debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y pérdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 07 presenta fisuras con aberturas de 1.3 mm, según el autor Mogollón (24),

pag 27 refiere que las fisuras con aberturas mayores a 1.0 mm son consideradas severas.

- **Unidad muestral N°08:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 0.45 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad leve, grietas con un area afectada de 0.50 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad moderado, moho con un area afectada de 0.45 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad leve; la muestra 08 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo cual está afectada patológicamente con 1.43 m<sup>2</sup> equivalente al 29.69%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina es MODERADO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las grietas y esto se podría decir debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y perdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 08 presenta grietas con aberturas de 2.85 mm, según el autor Mogollón (24), pag 25 refiere que las grietas con aberturas de 2.0 a 3.0 mm son consideradas moderadas.

- **Unidad muestral N°09:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 0.75 m<sup>2</sup> y nivel de severidad leve, grietas con un area afectada 0.40 m<sup>2</sup> y nivel de severidad moderado, fisuras con un area afectada de 0.51 m<sup>2</sup> y nivel de severidad severo; la muestra 09 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo cual está

afectada patológicamente con 1.66 m<sup>2</sup> equivalente al 34.58%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina es MODERADO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las grietas y esto se podría decir debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y pérdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 09 presenta grietas con aberturas de 2.50 mm, según el autor Mogollón (24), pag 25 refiere que las grietas con aberturas de 2.0 a 3.0 mm son consideradas moderadas.

- **Unidad muestral N°10:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 0.38 m<sup>2</sup> y nivel de severidad leve, grietas con un area afectada de 0.35 m<sup>2</sup> y nivel de severidad moderado, moho con un area afectada de 0.60 m<sup>2</sup> y nivel de severidad leve; la muestra 10 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo cual está afectada patológicamente con 1.33 m<sup>2</sup> equivalente al 27.60%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina es MODERADO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las grietas y esto se podría decir debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y pérdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 10 presenta grietas con aberturas de 3.00 mm, según el autor Mogollón (24),

pag 25 refiere que las grietas con aberturas de 2.0 a 3.0 mm son consideradas moderadas.

- **Unidad muestral N°11:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 0.81 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad leve, fisura con un area afectada de 0.69 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad moderado; la muestra 11 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo cual está afectada patológicamente con 1.50 m<sup>2</sup> equivalente al 31.25%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina es MODERADO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las fisuras y esto se podría decir debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y perdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 11 presenta fisuras con aberturas de 0.90 mm, según el autor Invias (23), pag 27 refiere que las fisuras con aberturas de 0.5 a 1.0 mm son consideradas moderadas.

- **Unidad muestral N°12:**

Realizando los trabajos de campo y guiándonos con las bases teóricas las patologías encontradas fueron Erosion con un area afectada de 1.20 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad leve, grietas con un area afectada de 0.68 m<sup>2</sup> y un nivel de severidad severo; la muestra 12 de nuestro objeto tiene un area total de 4.80 m<sup>2</sup> lo cual está afectada patológicamente con 1.88 m<sup>2</sup> equivalente al 39.06%. En esta unidad muestral, se identifica que el nivel de severidad que predomina

es SEVERO por encontrarse patologías mecánicas en este caso las grietas y esto se podría decir debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y pérdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado y el tipo de material utilizado.

✓ En base a la información antes detallada se sustenta que la unidad muestral 12 presenta grietas con aberturas de 4.00 mm, según el autor Mogollón (24), pag 25 refiere que las grietas con aberturas mayores a 3.0 mm son consideradas severas.

## V. Conclusiones

- Después de efectuar inspecciones visuales y haciendo uso de las Fichas de Inspección, se evaluaron las unidades muestrales de las estructuras de cabecera del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Departamento de Ancash; se logró concluir que alrededor del 19.62 % de la captación tiene áreas afectadas con patologías entre ellas son: fisura con 9.12% y grietas con 5.95%; y el 41.87% de área de la línea de conducción están afectadas con: grietas con un 9.47 % de área afectada, erosión con un 19.30 % de área afectada, fisura con un 8.74% de área afectada, moho con un 1.99% de área afectada y fracturamiento con un 2.37% de área afectada.
- En la captación y línea de conducción del sistema de agua potable comprendida por 2 kilómetros de longitud entre ambas las patologías que afectan a las estructuras son: para la captación grietas con un 5.95 m<sup>2</sup> equivalente al 7.75 % de área afectada con un nivel de severidad moderado y fisuras con 9.12 m<sup>2</sup> equivalente al 11.88 % de área afectada con un nivel de severidad moderado; para la línea de conducción: grietas con un 5.00 m<sup>2</sup> equivalente al 9.47 % de área afectada con un nivel de severidad moderado, erosión con un 10.19 m<sup>2</sup> equivalente al 19.30 % de área afectada con un nivel de severidad severo, fisura con un 4.62 m<sup>2</sup> equivalente al 8.74% de área afectada de severidad moderado, moho con un 1.05 m<sup>2</sup> equivalente al 1.99% de área afectada nivel de severidad leve, fracturamiento con un 1.25 m<sup>2</sup> equivalente al 2.37% de área afectada con un nivel de severidad moderado; por lo que las estructuras tienen con un nivel de severidad predominante MODERADO producto a que cuenta con gran

cantidad de patologías mecánicas en las unidades muestrales 02, 04, 05, 06, 08, 09,10 y12 entre ellas las que más perjudicaría a las estructuras serían las grietas.

- La actual condición de servicio de la captación y línea de conducción del sistema de agua potable del centro poblado Unchus, es REGULAR ya que se encuentra afectada por diversas patologías que tienen niveles de severidad predominante moderada que se concentran en mayor porcentaje a nivel de toda la línea de conducción debido al gran impacto que sufre por las patologías mecánicas y físicas como el fracturamiento, grieta, fisura y erosión; afectando de esta manera la función principal de la línea de conducción que es de conducir el recurso hídrico de manera fluida y eficientemente sin pérdidas.

#### **Aspectos complementarios**

##### **a) Recomendaciones:**

Las unidades muestrales más críticas 04, 05 y 12 presentan patologías mecánicas y físicas con mayor porcentaje en area afectada entre ellas grietas, fisuras, fracturamiento y erosión debido a un mal proceso constructivo como la mala práctica de colocación y perdida excesiva de agua generando contracción en el concreto al momento del secado por el cambio de proporciones en el cemento-agua-arena, por un vertido incorrecto del concreto (mucha rapidez o demasiada lentitud), un curado defectuoso (evaporación rápida de la humedad, un mal vibrado en el concreto produciendo cangrejas e impidiendo un trabajo monolítico en la masa del concreto, carencia en las juntas de dilatación o deficiente diseño de estas provocando más fisuras que grietas.

Se recomienda lo siguiente:

- Para las patologías predominantes, en este caso la grieta y erosión de nivel de severidad severa, se recomienda reparar las zonas afectadas cambiando la totalidad del paño del canal que se encuentran con dichas patologías y así realizar un mantenimiento adecuado para subsanar las lesiones que afectan a las estructuras, considerando estos procedimientos:
  - ✓ Preparación óptima del subsuelo o soporte que va a recibir el vaciado del concreto.
  - ✓ Prever los cambios extremos de temperaturas y tomar las medidas necesarias para prevenir los efectos dañinos sobre el concreto, tanto en su vertido como a lo largo de su vida útil.
  - ✓ Proporcionar el número necesario de juntas de dilatación o contracción.
  - ✓ Evitar la presencia de álcalis en la mezcla del concreto.
  - ✓ Prevenir la evaporación temprana de la humedad superficial de la mezcla cuando el concreto aún se encuentre en estado plástico e inmóvil.
- Para las grietas y erosiones con nivel de severidad moderada se recomienda resanar las áreas afectadas mediante morteros de cemento y arena, picando y limpiando previamente, para luego aplicar el pegamento epóxico, el cual cumple la función de unir el concreto viejo con el concreto nuevo; siempre y cuando el nivel de severidad de dichas lesiones sea moderado, caso contrario debe cambiarse el paño afectado del canal.

## Referencias bibliográficas

1. Ortiz Pedraza H, Evaluación De Las Patologías En Plantas Potabilizadoras [Trabajo de Diploma en Ingeniería Hidráulica], Cuba- Santa Clara; Universidad Central “Marta Abreu” de las villas;2016, [Citado 10 jun 2019], disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6585/Tesis%20Hans.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
2. Crespo Perez D, Propuesta De Procedimiento Para La Evaluación Y Diagnóstico De Obras Hidráulicas [Trabajo de Diploma en Ingeniería Hidráulica] Cuba-Santa Clara; Universidad Central “Marta Abreu” de las villas; 2015, [Citado 12 jul 2019], disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/2552>.
3. Ovalle Barragán GH. Informe sobre patologías en la planta de el dorado [Internet].Bogotá: Universidad Santo Tomas; 2012 [consultado 8 Nov 2019]. p. 4-16.Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/16791/2019yuliethbueno.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.
4. Santos Cruz D, Determinación Y Evaluación De Las Patologías Del Concreto En Canal De Irrigación Mesacucho En El Tramo 0+000 Hasta 1+000km Sector Chuspín [Tesis para optar el grado de ingeniero civil] Mariscal Luzuriaga-Ancash; Universidad los Ángeles de Chimbote Uladech; 2018, [consultado 8 Nov 2019]. p. 5-19.Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/5553>.
5. Vivanco Bulnes L, Determinación Y Evaluación De Las Patologías Del Concreto Del Canal De Regadío Carlos Leigh, Tramo 32+000 Hasta 33+000, [Tesis para optar el grado de ingeniero civil] Nuevo Chimbote-Ancash; Universidad los

- Ángeles de Chimbote Uladech; 2018, [consultado 10 Nov 2019]. p. 4-5-23. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2068>.
6. Martínez Broncano H, Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto en el Canal de Regadío Chaquecocha Aguacoto entre las Progresivas 0+350 Al 1+000 Km y Del 1+050 Al 1+400km del Caserío de Ranrauco [Tesis para optar el grado de ingeniero civil] Nuevo Chimbote-Ancash; Universidad los Ángeles de Chimbote Uladech; 2018, [consultado 10 Mar 2020]. p. 14-25-39. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/5431>.
  7. Giraldo Morales S, Evaluación Y Determinación De Las Patologías Del Concreto Del Canal De Riego Pina Huacrajirca, Desde El Tramo 0+000 Al 1+000 Del Distrito De Independencia, Provincia De Huaraz, Región De Áncash [Tesis para optar el grado de ingeniero civil] Nuevo Chimbote-Santa-Ancash; Universidad los Ángeles de Chimbote Uladech, 2017. [consultado 10 Mar 2020]. p. 14-25-39. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3271>.
  8. Bustos Huamán P, Determinación Y Evaluación de las patologías del concreto en el canal Mishacocha entre las progresivas 9+000 km a 11+000 km. [Tesis de ingeniero civil] Huaraz-Huaraz-Ancash; Universidad los Ángeles de Chimbote Uladech, 2016. [consultado 15 Mar 2020]. p. 13-21-32. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/5397>.
  9. Melgarejo Reyes F, Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal Yurac Yacu. [Tesis de ingeniero civil] Huaraz-Huaraz-Ancash; Universidad los Ángeles de Chimbote Uladech, 2017. [consultado 15 Mar 2020]. p. 2-11-22. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3274>.

10. Guevara Reyes L, Grietas en el concreto reforzado del canal de aducción del proyecto hidroeléctrico [Tesis para optar el grado de ingeniero civil]. Guatemala: Guatemala; Universidad de San Carlos de Guatemala; 2014. [Consultado 03 Mar 2019]. p. 1-11. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2468\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2468_C.pdf).
11. Agüero Pittman R. “Agua Potable para poblaciones rurales. Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento”. SER Lima, Perú, pag. 93; 1997.
12. Zúñiga Huamán R, Diseño hidráulico de canales [Diapositiva]. Lima: Giovene Pérez Campomanes; 2010, [consultado 15 Mar 2019]. p. 11-30. Disponible en: [http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/sexta\\_sesion\\_dise%F1o\\_hidraulico\\_de\\_canales.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/sexta_sesion_dise%F1o_hidraulico_de_canales.pdf).
13. Pérez Valdez J, Diseño hidráulico de canales [Diapositiva]. Lima: Giovene Campomanes; 2010, [consultado 15 Mar 2019]. p.45-60. Disponible en: [http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/sexta\\_sesion\\_dis\\_e%F1o\\_hidraulico\\_de\\_canales.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/sexta_sesion_dis_e%F1o_hidraulico_de_canales.pdf).
14. Olavarrieta Saiz A. Canales abiertos [Internet]. México: Universidad de Sonora; 2012, [Citado 25 jun 2019]. Disponible en: [http://soporte.uson.mx/PUBLICO/04\\_INGENIERIA.CIVIL/Hidraulica%20SZ/Hi dr%E1ulica%20I%20Cap\\_3\\_Canales.pdf](http://soporte.uson.mx/PUBLICO/04_INGENIERIA.CIVIL/Hidraulica%20SZ/Hi dr%E1ulica%20I%20Cap_3_Canales.pdf).
15. De la cruz W, Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga - Ayacucho. [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Huamanga; Perú: Universidad Nacional de Huancavelica; 2014.

16. Rivera López G, Concreto Simple, [Libro] Universidad del Cauca, 2013. [Citado 27 jun 2019]. pag 125, Disponible en:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2468\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2468_C.pdf).
17. Villareal Genner C, Patología del concreto [Internet]. 27 jun 2019]. pag 59, Disponible en: <https://es.scribd.com/document/121031858/patologia-del-concreto>.
18. Rodríguez Santos A. Escuela De Ingeniería Civil Detección, Tratamiento Y Prevención De Patologías En Sistemas De Concreto Estructural Utilizados En Infraestructura Industrial Elizabeth Avendaño Rodríguez Mayo 2006. [Internet].Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería; 2006. p. 21 al 244-36-40-39.Disponible en: <http://www.inii2.ucr.ac.cr/RIINII/pdf/IC/IC-5277.pdf>.
19. Rivva López E, Concrete-Materials-NATURALEZA-Y-MATERIALES-DEL-.pdf [Internet]. La Naturaleza Del Concreto. 2000. [Internet]; 2006 [consultado 9 Jul 2019]. p.17-18-3. Disponible en: <https://es.slideshare.net/FredrafuEnrifer/disenodemezclasesenrriquerivvalopez>.
20. Comerma C. Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción [Internet] [consultado 12 Jul 2019]. p. 33-41-34-43-188-135-230. Disponible en: [https://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia\\_broto\\_de\\_patologias\\_de\\_la\\_construccion.pdf](https://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf).
21. EDEI Civil. Vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista de comportamiento del material; 2010.
22. Safranez C, Juntas de contracción encanales depósitos de agua. Pag30; 1977.
23. INVIAS, Universidad Nacional de Colombia, Instituto Nacional de Vías.

- 24.** Mogollón Mogollón M, Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego t-52, sector La Peñita, distrito de Tambo grande, provincia de Piura, región Piura, agosto-2016. [Internet]. Tesis para optar título profesional. Piura: Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote; 2016. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1594>
- 25.** Gonz EP, Cu GAH. Manejo y distribución del agua en distritos de riego. Pag 59; 2010.
- 26.** Cano S. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego de Antapluy entre las progresivas 1 + 000 al 2 + 000 en el centro poblado de Paltay, del distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento Ancash - 2019. Tesis para optar título profesional. Huaraz: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Departamento académico de Metodología de la Investigación; 2018
- 27.** Código de ética para la investigación. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote, Comité institucional de ética en investigación; 2016. p. 2 al 5-

## Anexos

- Plano de ubicación

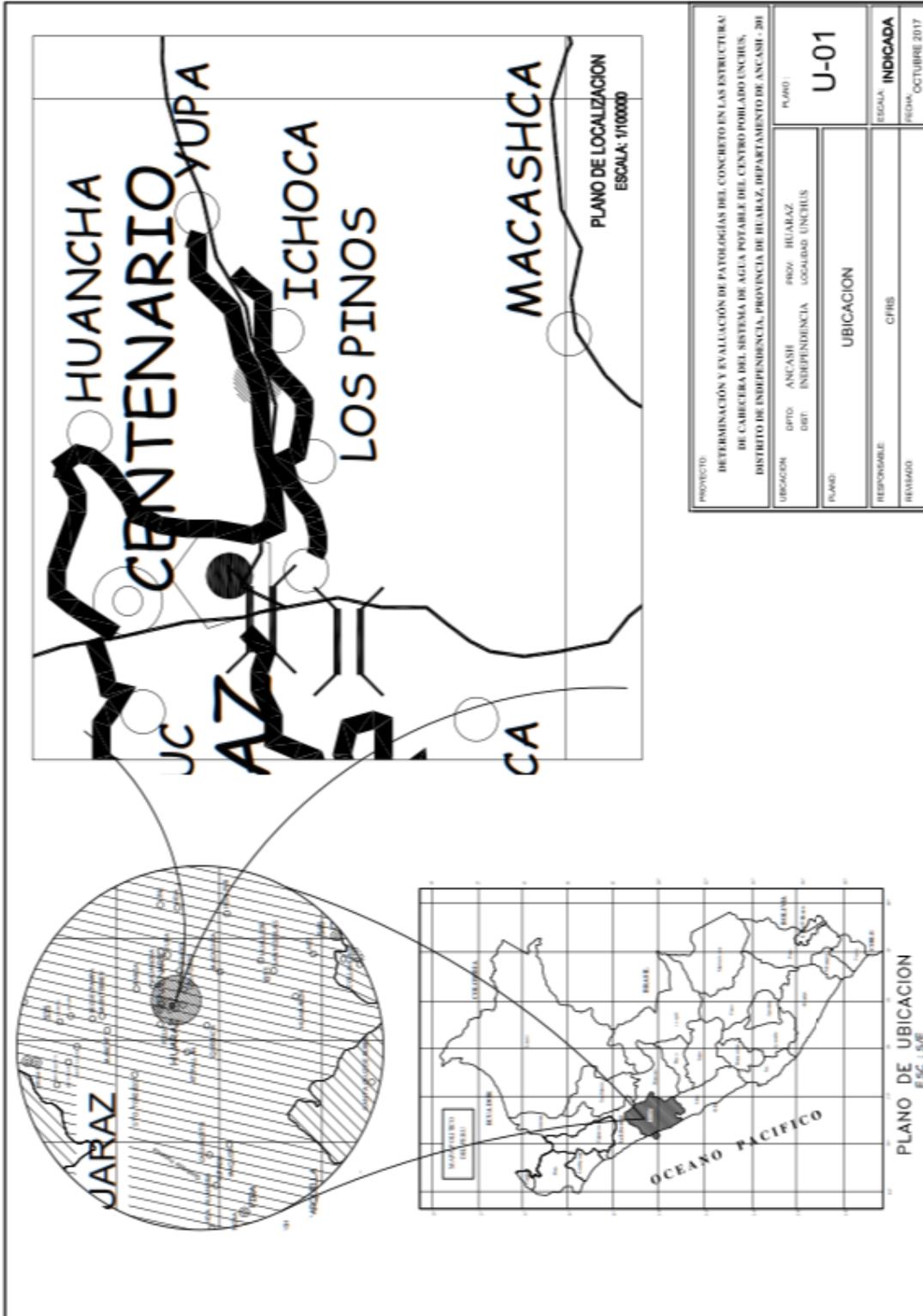


TABLA 42 Cronograma de actividades

| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES |   |                   |     |     |     |                  |       |     |     |                   |     |     |     |                  |     |
|---------------------------|---|-------------------|-----|-----|-----|------------------|-------|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|------------------|-----|
| N°                        | Actividades   | Semestres II-2018 |     |     |     | Semestres I-2019 |       |     |     | Semestres II-2019 |     |     |     | Semestres I-2020 |     |
|                           |   | Mes               |     |     |     | Mes              |       |     |     | Mes               |     |     |     | Mes              |     |
|                           |   | Agos              | Set | Oct | Nov | Mar              | Abril | May | Jun | Agos              | Set | Oct | Nov | Abril            | May |
| 1                         | Elaboración del Proyecto                                    | 08                | 08  |     |     |                  |       |     |     |                   |     |     |     |                  |     |
| 2                         | Revisión del proyecto por el jurado de investigación        |                   | 15  | 07  | 15  |                  |       |     |     |                   |     |     |     |                  |     |
| 3                         | Aprobación del proyecto por el Jurado de Investigación      |                   |     |     | 20  | 02               | 12    |     |     |                   |     |     |     |                  |     |
| 4                         | Exposición del proyecto al Jurado de Investigación          |                   |     |     |     | 08               | 16    |     |     |                   |     |     |     |                  |     |
| 5                         | Mejora del marco teórico                                    |                   |     |     |     |                  | 20    | 22  | 12  |                   |     |     |     |                  |     |
| 6                         | Redacción de la revisión de la literatura.                  |                   |     |     |     |                  |       | 25  | 18  | 08                |     |     |     |                  |     |
| 7                         | Elaboración del consentimiento informado (*)                |                   |     |     |     |                  |       |     | 22  |                   |     |     |     |                  |     |
| 8                         | Ejecución de la metodología                                 |                   |     |     |     |                  |       |     |     | 18                | 10  |     |     |                  |     |
| 9                         | Resultados de la investigación                              |                   |     |     |     |                  |       |     |     |                   | 17  | 11  | 11  |                  |     |
| 10                        | Conclusiones y recomendaciones                              |                   |     |     |     |                  |       |     |     |                   |     |     | 21  |                  |     |
| 11                        | Redacción del pre informe de Investigación.                 |                   |     |     |     |                  |       |     |     |                   |     |     | 25  | 08               |     |
| 12                        | Reacción del informe final                                  |                   |     |     |     |                  |       |     |     |                   |     |     |     | 11               | 15  |
| 13                        | Aprobación del informe final por el Jurado de Investigación |                   |     |     |     |                  |       |     |     |                   |     |     |     |                  | 20  |
| 14                        | Presentación de ponencia en jornadas de investigación       |                   |     |     |     |                  |       |     |     |                   |     |     |     |                  | 25  |
| 15                        | Redacción de artículo científico                            |                   |     |     |     |                  |       |     |     |                   |     |     |     |                  | 20  |

- **Presupuesto**

*TABLA 43* Presupuesto desembolsable

| <b>Presupuesto desembolsable<br/>(Estudiante)</b>                         |             |                       |                        |
|---|-------------|-----------------------|------------------------|
| <b>Categoría</b>  | <b>Base</b> | <b>% o Número</b>     | <b>Total<br/>(S/.)</b> |
| <b>Suministros (*)</b>  |             |                       |                        |
| • Impresiones   | 0.10        | 250                   | 25.00                  |
| • Fotocopias  | 0.10        | 100                   | 10.00                  |
| • Empastado   | 15.00       | 4                     | 60.00                  |
| • Papel bond A-4 (500 hojas)  | 12.00       | 1                     | 12.00                  |
| • Lapiceros   | 0.50        | 10                    | 5.00                   |
| <b>Servicios</b>  |             |                       |                        |
| • Uso de Turnitin   | 50.00       | 2                     | 100.00                 |
| <b>Sub total</b>  |             |                       | 247.00                 |
| <b>Gastos de viaje</b>  |             |                       |                        |
| • Pasajes para recolectar información                                     | 6.00        | 12                    | 72.00                  |
| <b>Sub total</b>  |             |                       | 60.00                  |
| <b>Total de presupuesto desembolsable</b>                                 |             |                       | 319.00                 |
| <b>Presupuesto no desembolsable<br/>(Universidad)</b>                     |             |                       |                        |
| <b>Categoría</b>  | <b>Base</b> | <b>% ó<br/>Número</b> | <b>Total<br/>(S/.)</b> |
| <b>Servicios</b>  |             |                       |                        |
| • Uso de Internet (Laboratorio de Aprendizaje Digital - LAD)              | 30.00       | 4                     | 120.00                 |
| • Búsqueda de información en base de datos                                | 35.00       | 2                     | 70.00                  |
| • Soporte informático (Módulo de Investigación del ERP University - MOIC) | 40.00       | 4                     | 160.00                 |
| • Publicación de artículo en repositorio institucional                    | 50.00       | 1                     | 50.00                  |
| <b>Sub total</b>  |             |                       | 400.00                 |
| <b>Recurso humano</b>   |             |                       |                        |
| • Asesoría personalizada (5 horas por semana)                             | 63.00       | 4                     | 252.00                 |
| <b>Sub total</b>  |             |                       | 252.00                 |
| <b>Total de presupuesto no desembolsable</b>                              |             |                       | 652.00                 |
| <b>Total (S/.)</b>  |             |                       | <b>919.00</b>          |

Fuente: Elaboración propia

- Instrumento de recolección de datos

TABLA 44 Ficha técnica de recolección de datos

| FICHA TECNICA DE EVALUACION              |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
|--|--|-------------------|--------------------|----------------------------------|------------------|--------------|--------------------|
| PROYECTO                                 |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
| UNIDAD MUESTRAL N°                       |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
| PATOLOGIAS                               | NIVEL DE SEVERIDAD                             |                   |                    | AREA AFECTADA POR PATOLOGIA (m2) |                  |              |                    |
|  | LEVE   | MODERADO          | SEVERO             |                                  |                  |              |                    |
| E=EROSION                                | < 5 % e  | 5 % - 20 % e      | >20 % e            |                                  |                  |              |                    |
| G=GRIETAS                                | < 2 mm   | 2 - 3 mm          | > 3 mm             |                                  |                  |              |                    |
| F=FIURAS                                 | < 0.5 mm                                       | 0.5 - 1 mm        | >1 mm              |                                  |                  |              |                    |
| Mo= MOHO                                 | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
| M=MUSGOS                                 | Siempre es considerado nivel de severidad LEVE |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
| Fr=FRACTURAMIENTO                        | < 3 mm   | 3 - 10 mm         | > 10 mm            |                                  |                  |              |                    |
| S=SELLO DE JUNTA                         | No infiltración                                | Poca infiltración | Mucha infiltracion |                                  |                  |              |                    |
| PAÑO DE 3.00 METROS - UNIDAD MUESTRAL N° |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
| ELEMENTOS                                | PATOLOGIAS                                     | ABERTURA (mm)     | ANCHO<br>m         | LARGO<br>m                       | A.AFECTADA<br>m2 | %A. AFECTADA | NIVEL DE SEVERIDAD |
| MURO DERECHO (MD)                        |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
|  |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
|  |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
|  |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
|  |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
| FONDO DEL CANAL                          |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
|  |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
|  |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
|  |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |
|  |  |                   |                    |                                  |                  |              |                    |

|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|--|-----------------------|-------------|----------|---------------|------------------------------------|--|---|--|
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| MURO<br>IZQUIERDO (MI)                               |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| PROGRESIVA   | MEDIDAS DEL CANAL (m) |             |          |               | AREA<br>TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>DEREC<br>HO (m <sup>2</sup> ) | ARE<br>A<br>DEL<br>FON<br>DO<br>DEL<br>CAN<br>AL<br>(m <sup>2</sup> ) | AREA<br>DEL<br>MURO<br>IZQUIER<br>DO (m <sup>2</sup> ) |
|  | ALTURA<br>(Y)         | ESPESO<br>R | BASE (b) | ALTURA<br>(Y) |                                    |  |   |  |
|  |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| <b>SECCION DE LA CAPTACION Y LINEA DE CONDUCCION</b> |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |
| <b>PANEL FOTOGRAFICO DE LA UNIDAD MUESTRAL N°</b>    |                       |             |          |               |                                    |  |   |  |

Fuente: Elaboración propia

- **Panel fotográfico**

*FOTOGRAFÍA 1.* Vista de la captación del sistema de agua potable



*FOTOGRAFÍA 2.* Vista de la captación del sistema de agua potable



*FOTOGRAFÍA 3.* Vista de la captación del sistema de agua potable



**FOTOGRAFÍA 4.** Vista de la medición de la captación del sistema de agua potable



**FOTOGRAFÍA 5.** Vista de la línea de conducción con un canal cerrado



**FOTOGRAFÍA 6.** Vista de la línea de conducción con un canal cerrado



*FOTOGRAFÍA 7.* Vista de las patologías de línea de conducción



*FOTOGRAFÍA 8.* Vista de patologías en la línea de conducción



*FOTOGRAFÍA 9.* Vista de patologías en la línea de conducción

