



**UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

**DEPARTAMENTO ACADEMICO DE
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

TITULO:

Determinación y Evaluación de las Patologías en el Concreto del Canal de Riego de Huarmey de la Comunidad Campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del Distrito de Yungar, Provincia de Carhuaz, Departamento de Áncash - 2018

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Bach. Jeison Antunez Bustos Mego

ASESOR:

Mgtr. Victor Hugo Cantu Prado

HUARAZ - PERÚ

2018

1. TITULO DE LA TESIS

Determinación y Evaluación de las Patologías en el Concreto del Canal de Riego de Huarmey de la Comunidad Campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del Distrito de Yungar, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash - 2018.

2. HOJA DE FIRMA DE JURADOS

JURADOS DE TESIS:

Mgr. CARLOS HUGO OLAZA HENOSTROZA
PRESIDENTE

Mgr. TOMAS VILLAVICENCIO SAAVEDRA FLORES
MIEMBRO

Ing. DANTE DOLORES ANAYA
MIEMBRO

3. AGRADECIMIENTO Y/O DEDICATORIA

Agradecimiento

A Dios, por ser siempre mi guía y protector en cada uno de mis pasos y permitirme llegar a este momento muy especial de mi vida.

A mi querida familia, quienes siempre creyeron y confiaron en mí, me siento enormemente agradecido por su apoyo, ya que me permitieron a ser alguien en la vida.

Agradecer al Mgtr. Victor H. Cantu Prado, por su asesoramiento y apoyo, que fue de gran importancia para el desarrollo y la consecución de este presente trabajo.

A la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, por haberme acogido en sus aulas y brindarme a través de sus docentes los conocimientos y valores que me ayudaran en la vida profesional.

Dedicatoria

A mi padre, Benjamín Samuel Bustos Goñi, por ser el ángel que desde el cielo guía e ilumina cada uno de mis pasos y que me impulsa a luchar por mis sueños.

A mi madre, Angélica Mego Clemente, y a cada uno de mis hermanos, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, gracias por su cariño, sacrificio, esfuerzo e incondicional apoyo, dándome la fuerza necesaria para salir adelante en todo momento de mi vida.

A mi esposa e hijo, por motivarme a salir adelante, brindándome su cariño y apoyo en todo momento de mi carrera profesional.

A todas aquellas personas que formaron parte de este sueño, y que compartieron el esfuerzo, sacrificio y dedicación necesaria para culminar mi carrera profesional.

4. RESUMEN Y ABSTRACT

Resumen

El presente trabajo de investigación, se realizó con el propósito de determinar y evaluar las patologías en el concreto del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Áncash – 2018. **Problema de investigación:** ¿En qué medida la “Determinación y evaluación de las patologías en el concreto del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Áncash”, nos permitirá determinar la condición de servicio?. La **metodología de investigación** es de tipo descriptivo, cuantitativo y cualitativo, es decir de tipo mixto, no experimental y de corte transversal, lo cual nos permitirá medir o cuantificar las variables de la investigación, para luego ser analizadas e interpretadas. **La población** estuvo constituido por 6770m del canal de riego; y la **muestra** de estudio estuvo constituido de 1000m. Para llevar a cabo la investigación se realizó el uso de la técnica de observación, se identificó y cuantificó las patologías por su tipo y severidad, y como instrumento se generó fichas de recolección de datos donde se registraron los datos de campo, que luego fue procesada. Concluyéndose que el 20.60% del canal de riego de Huarmey presentan patologías, siendo las más habituales: erosión, eflorescencia, grietas, fisura y vegetación. Por lo tanto, el nivel de severidad es moderado y la condición de servicio es regular.

Palabras clave: Canal, concreto y patologías.

Abstract

The present research work was carried out with the purpose of determining and evaluating the pathologies in the concrete of the irrigation channel of Huarmey of the rural community of Zanja, from the section (5 + 000km to 6 + 000km) of the Yungar district, province of Carhuaz, department of Ancash - 2018. Research problem: To what extent the "Determination and evaluation of the pathologies in the concrete of the irrigation channel of Huarmey of the rural community of Zanja, from the section (5 + 000km to the 6 + 000km) of the Yungar district, province of Carhuaz, department of Ancash ", will allow us to determine the service condition ?. The research methodology is descriptive, quantitative and qualitative, that is, mixed, non-experimental and cross-sectional, which will allow us to measure or quantify the research variables, to be analyzed and interpreted later. The population was constituted by 6770m of the irrigation channel; and the study sample consisted of 1000m. To carry out the research, the observation technique was used, the pathologies were identified and quantified by their type and severity, and as a tool, data collection cards were generated where the field data were recorded, which was then processed. It is concluded that 20.60% of the irrigation channel of Huarmey presents pathologies, being the most common: erosion, efflorescence, cracks, fissure and vegetation. Therefore, the level of severity is moderate and the service condition is regular.

Keywords: Channel, concrete and pathologies.

5. CONTENIDO

1. TITULO DE LA TESIS	ii
2. HOJA DE FIRMA DE JURADOS	iii
3. AGRADECIMIENTO Y/O DEDICATORIA.....	iv
4. RESUMEN Y ABSTRACT	vi
5. CONTENIDO	viii
6. INDICE DE GRAFICOS, TABLAS Y CUADROS	x
6.1. INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS.....	x
6.2. INDICE DE TABLAS Y CUADROS	xiv
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LA LITERATURA.....	4
2.1. Antecedentes.	4
2.2. Bases Teóricas de la Investigación.....	23
III. METODOLOGÍA.....	71
3.1. Diseño de la Investigación.	71
3.2. Población y muestra.....	73
3.3. Definición y operacionalización de variables.....	74
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	75
3.5. Plan de análisis.	76
3.6. Matriz de consistencia.....	78

3.7. Principios Éticos.....	80
IV. RESULTADOS	83
4.1. Resultados	83
4.2. Análisis de Resultados.....	126
V. CONCLUSIONES	128
Aspectos complementarios	130
Recomendaciones.....	130
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	133
ANEXOS	137

6. INDICE DE GRAFICOS, TABLAS Y CUADROS

6.1. INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1. Flujo de Conductos	23
Gráfico 2. Sección transversal irregular.	24
Gráfico 3. Secciones artificiales transversales tipos de canal.....	26
Gráfico 4. Elementos de una curva	30
Gráfico 5. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 01	85
Gráfico 6. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 01.	85
Gráfico 7. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 01.	86
Gráfico 8. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 02.....	88
Gráfico 9. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 02.	88
Gráfico 10. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 02.	89
Gráfico 11. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 03....	91
Gráfico 12. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 03.	91
Gráfico 13. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 03.	92
Gráfico 14. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 04....	94

Gráfico 15. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 04.	94
Gráfico 16. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 03.	95
Gráfico 17. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 05....	97
Gráfico 18. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 05.	97
Gráfico 19. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 05.	98
Gráfico 20. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 06..	100
Gráfico 21. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 06.	100
Gráfico 22. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 06.	101
Gráfico 23. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 07..	103
Gráfico 24. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 07.	103
Gráfico 25. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 07.	104
Gráfico 26. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 08..	106
Gráfico 27. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 08.	106
Gráfico 28. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 08.	107

Gráfico 29. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 09..	109
Gráfico 30. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 09.	109
Gráfico 31. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 09.	110
Gráfico 32. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 10..	112
Gráfico 33. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 10.	112
Gráfico 34. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 10.	113
Gráfico 35. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 11..	115
Gráfico 36. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 11.	115
Gráfico 37. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 11.	116
Gráfico 38. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 12..	118
Gráfico 39. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 12.	118
Gráfico 40. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 12.	119
Gráfico 41. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 13..	121
Gráfico 42. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 13.	121

Gráfico 43. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 13.	122
Gráfico 44. Tipos de patologías presentes en el canal de riego.	123
Gráfico 45. Porcentaje de afectación por elementos del canal de riego.	124
Gráfico 46. Porcentaje de afectación del canal de riego por patologías en las unidades muestrales.	125
Gráfico 47. Porcentaje total de área afectada por patologías del canal de riego en Unidades Muestrales del 01 al 13.	127
Figura 1. Sección transversal irregular de río.	24
Figura 2. Canal artificial de secciones transversales.	27
Figura 3. Daño por Erosión de la superficie.	54
Figura 4. Daño por fisuras.	57
Figura 5. Daño por agrietamiento en canales.	60
Figura 6. Daño por eflorescencia.	66
Figura 7. Daño por vegetación.	68

6.2. INDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla 1. Capacidad del canal y radio mínimo.	30
Tabla 2. Descripción de los elementos de una curva.	31
Tabla 3. Requisitos granulométricos de agregado fino.	37
Tabla 4. Resumen de los niveles de severidad de las patologías identificadas.	70
Tabla 5. Distribución de las Unidades Muestrales.	74
Tabla 6. Cuadro de definición y operacionalización de variables.	75
Tabla 7. Matriz de consistencia.	78
Tabla 8. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 01.	84
Tabla 9. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 02.	87
Tabla 10. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 03.	90
Tabla 11. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 04.	93
Tabla 12. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 05.	96
Tabla 13. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 06.	99
Tabla 14. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 07.	102
Tabla 15. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 08.	105
Tabla 16. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 09.	108
Tabla 17. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 10.	111
Tabla 18. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 11.	114
Tabla 19. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 12.	117
Tabla 20. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 13.	120
Tabla 21. Tipos de patologías presentes en el canal de riego.	123
Tabla 22. Porcentaje de afectación de los elementos del canal de riego.	123
Tabla 23. Resumen de resultados de las unidades muestrales del canal de riego.	124

I. INTRODUCCION

En el Perú los conocimientos de la hidráulica se remontan a la época incaica, ya que en esta época los incas construyeron sus propios sistemas de irrigación para poder irrigar los valles de la costa y sierra mediante andenerías que hasta la actualidad se siguen usando, garantizando de esta forma el uso racional del agua.

La patología en el concreto es el estudio de los procesos y características de las fallas, los daños y/o defectos que sufre el concreto, esta patología está relacionado a sus causas, consecuencias y soluciones; de igual manera las patologías en estructuras hidráulicas es muy variada, esto debido a que los materiales que componen las estructuras de concreto son muy susceptibles de sufrir diferentes tipos de fallas o defectos durante el periodo de vida de las obras civiles.

El canal de riego de Huarmey en la comunidad campesina de Zanja es revestido de concreto con una sección rectangular de 0.40m x 0.30m de altura y un espesor de 10 cm; lo cual fue construido el año 2008 por la municipalidad distrital de Yungar con la finalidad de garantizar eficientemente la conducción del recurso hídrico y cubrir la demanda de agua optimizando el riego por gravedad los terrenos de cultivo.

Es por ello, que frente a esta situación se planteó la siguiente problemática, tomando en cuenta las líneas de investigación: ¿En qué medida la “Determinación y evaluación de las patologías en el concreto del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Áncash”; nos permitirá determinar la condición de servicio?

Para lo cual, para responder dicha inquietud se planteó el siguiente objetivo general: Determinar y evaluar las patologías en el concreto del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, Departamento de Áncash, para determinar la condición de servicio.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Identificar los tipos de patologías que existen en el canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, Departamento de Áncash.
- Evaluar los distintos tipos de patologías, mediante los resultados de la investigación; el grado de severidad o afectación de las lesiones patológicas que presenta los elementos del canal de riego.
- Conocer la condición de servicio del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja.

La metodología empleada en la investigación es de tipo descriptivo, siendo de enfoque cualitativo y cuantitativo, es decir de tipo mixto y de corte transversal, es no experimental, porque no se hizo uso del laboratorio para estudiar el problema.

El universo o población de estudio de patologías en el concreto del canal de riego; estuvo constituido por la longitud total de canal, siendo ésta de 6+770km y la muestra de estudio de 1km, para lo cual se consideraron 13 unidades muestrales, cada unidad muestral estuvo conformado por tramos de 20m y se tomó en los puntos de las progresivas donde existen patologías, la cual fue delimitado por las juntas de dilatación del canal. Para la identificación, recolección de datos y análisis de las patologías

existentes en el canal se hizo uso de la técnica de la observación visual; así mismo se elaboraron las fichas técnicas como instrumento de evaluación, para registrar las lesiones patológicas existentes en el canal de riego.

Luego de realizar el procesamiento de datos de la información recolectada; y al analizar el nivel de severidad de las patologías en cada una de las unidades muestrales obtuvimos que el 20.60% (53.56m²) del área total del canal de riego se encuentra afectada, mientras que el 79.40% (206.44m²) del área total del canal de riego no se encuentra afectada por ninguna patología, lo cual corresponde a un nivel de severidad moderado, por lo tanto su condición de servicio es regular, porque cumple con la función de transporte del recurso hídrico de una manera continua y normal.

Finalmente se espera lograr con esta investigación no solamente la determinación y evaluación de patologías en el canal de riego, sino ofrecer a futuros investigadores un material de consulta sobre este tema, así como también ayudar en el diagnóstico y brindar alternativas de solución a este gran problema que aqueja a las estructuras hidráulicas; de tal manera poder enfocar en el adecuado proceso constructivo y también en su operación y mantenimiento.

II. REVISION DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

- a) **Propuestas Metodológicas para la caracterización de testigos de Presas problemas expansivos. España Junio, 2012 (Fernández de Castro E.) (1)**

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo: confirmar los diagnósticos previos para determinar las reacciones que efectivamente contribuyen el proceso expansivo en el hormigón de la presa de Graus, y así desarrollar un protocolo que sirva como procedimiento sistemático para las campañas experimentales de caracterización de presas con patologías de hormigón expansivo, y los objetivos específicos fueron comprobar la existencia de la reacción sulfática interna en el hormigón y acotar su alcance en el cuerpo de la presa 2.

Como dice Pérez³, Diagnosticar la presencia de una segunda reacción expansiva en el hormigón y acotar su presencia en el cuerpo de presa. Elaborar una metodología detallada que sirva de protocolo en las campañas experimentales de diagnóstico en las patologías de presas de hormigón. El autor arribo a las siguientes conclusiones: Los ensayos han permitido identificar la pre-existencia de las reacciones RSI y RSA, y también la tendencia en que ocurren en la misma estructura, con intensidades distintas en función de la zona afectada. La mayoría de las muestras analizadas

tienen presencia de sulfatos.

En los testigos de paramento se disminuye la presencia de sulfatos en los segmentos más profundos. Este comportamiento de disminución de sulfatos, a medida que se profundiza en la estructura del paramento, es propio de las reacciones sulfáticas internas. Los testigos de paramento son los más afectados por fisuraciones en general, pero sin embargo la gran mayoría de estas fisuras no han sido teñidas con tinción de potasio, indicando que posiblemente no hay presencia de reacciones álcali-sílice. Luego de los estudios realizados y la propuesta presentada se recomienda que la misma es primordial para un diagnóstico preciso de las causas de los procesos expansivos, y puede llevar a una previsión de su evolución en el tiempo, conduciendo a tratamientos y reparaciones más efectivas, reducción de los costes de mantenimiento y mayor seguridad estructural en la presas que dan servicio a nuestra sociedad.

b) “Propuesta de procedimiento para la evaluación y diagnóstico de obras hidráulicas, Santa Clara CUBA 2015”. (Crespo D. 2015) (2)

El siguiente trabajo de investigación tiene por objetivo general: Proponer una secuencia de pasos general para el análisis y diagnóstico de las patologías que se pueden presentar en las obras hidráulicas. Entre los objetivos específicos están: Realizar un estudio de las fuentes bibliográficas disponibles para establecer una

actualización en los temas afines con las patologías que se presentan en las obras hidráulicas. Además identificar y confeccionar un inventario de las patologías que se presentan en las obras hidráulicas, a partir de la manifestación, diagnóstico, y proponer posibles soluciones para atenuar los daños. Y elaborar una secuencia de pasos general, integral, sistémica, para el análisis y diagnóstico de las patologías que pueden existir en las obras hidráulicas. Luego del estudio y evaluación el autor llega a las siguientes conclusiones: Se identifican las principales patologías que se pueden manifestar en las obras hidráulicas organizadas para las estructuras de tierra, de hormigón y tuberías. Se presenta la descripción de las patologías en las estructuras de tierra y hormigón armado, que nos sirve como guía para su posterior identificación en la obra objeto de estudio. Se define una secuencia de pasos para la inspección de las obras hidráulicas, desglosada y explicada por etapas, que mediante su aplicación parcial o total permite llegar a establecer los estados patológicos de la obra estudiada para de esta forma poder proponer los métodos y tecnologías de intervención más apropiados. Y se presentan dos ejemplos de obras hidráulicas donde se ha aplicado el procedimiento propuesto para la caracterización preliminar de los tipos de patologías que se han podido identificar en la etapa de inspección visual y confeccionar el catálogo de patologías como primer resultado para poder continuar la aplicación del resto de los pasos incluidos en este

procedimiento. En el caso de la obra del Canal magistral Alacranes Pavón se han identificado 4 patologías y para la Planta Potabilizadora Cerro Calvo se han identificado 16 patologías. además Recomendó: Realizar la aplicación del procedimiento propuesto en diferentes tipos de obras hidráulicas para su generalización en las Empresas de Aprovechamiento Hidráulico como etapa previa a la planificación y ejecución de reparaciones o mantenimientos, e incluir en el procedimiento propuesto la aplicación de la computación mediante la elaboración de sistema de gestión de patologías, mantenimiento y reparaciones de obras hidráulicas a través de las técnicas de los Sistemas de Información Geográficos.

c) “Evaluación de las patologías en plantas potabilizadoras de la ciudad de Santa Clara” Cuba (Ortiz H. 2016) (3)

El trabajo de investigación realizado tuvo como objetivo general: Evaluar las patologías existentes en las plantas potabilizadoras Cerro Calvo, Ochoita y Palmarito mediante la aplicación de una metodología para el análisis y diagnóstico que se ajuste a este tipo de obras hidráulicas; y como objetivos específicos: Realizar una revisión bibliográfica para establecer una actualización sobre el tema de las patologías que se presentan en las plantas de tratamiento. Identificar las patologías que se presentan en las estructuras hidráulicas, a partir de la manifestación, diagnóstico y proponer posibles soluciones para atenuar los daños. Elaborar un

catálogo donde se incluyan las patologías detectadas en las plantas potabilizadoras Cerro Calvo, Ochoita y Palmarito. Del trabajo se tiene como conclusiones: Mediante la caracterización del estado del arte se conoce las distintos tipos de plantas potabilizadoras, las tecnologías más avanzadas así como ejemplos donde se ha aplicado procedimientos para el diagnóstico y evaluación de patologías en obras. Se presenta la descripción de las patologías en las estructuras de hormigón armado, que nos vale como guía para su posterior identificación en las obras objeto de estudio. Se define una secuencia de pasos para la inspección de las obras hidráulicas, desglosada y explicada por etapas, que mediante su aplicación parcial o total permite llegar a establecer los estados patológicos de la obra estudiada para de esta forma proponer los métodos y tecnologías de intervención más apropiados. Se presenta la aplicación del procedimiento propuesto en las plantas potabilizadoras Cerro Calvo, Ochoitay Palmarito, definiendo en cada caso el elemento estructural afectado que se han podido identificar en la etapa de inspección visual y confeccionar el catálogo de patologías como primer resultado para poder continuar la aplicación del resto de los pasos incluidos en este procedimiento. Sus recomendaciones fueron: Completar la aplicación del procedimiento propuesto a partir de las etapas que se quedaron pendientes para la planificación y ejecución de reparaciones o mantenimientos en las obras objetos de estudio. Contener en el

procedimiento la aplicación de la computación mediante la elaboración de sistema de gestión de patologías, mantenimiento y reparaciones de obras hidráulicas a través de las técnicas de los Sistemas de Información Geográficos. Generalizar los estudios de patologías a las obras hidráulicas en las Empresas de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos y de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos con un alcance territorial con vista de obtener una mayor experiencia y poder extender estos estudios a nivel nacional.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

- a) **"Mejoramiento del sistema hidráulico de riego del caserío de Mossa-districto Santa Catalina de Mossa, provincia de Morropón-Piura". Diciembre 2014 (Córdova R.) (4)**

El trabajo de investigación realizado tuvo como objetivo general: Mejorar la infraestructura de riego del caserío de Mossa para el uso adecuado y racional del recurso hídrico. Y sus objetivos específicos fueron: Realizar un análisis técnico-profesional con búsqueda de información, y encontrar alternativas de solución con respecto a la realidad del caserío de Mossa en los diferentes aspectos: socio-económico, infraestructura de riego, cultural y ambiental; Elaborar diseños hidráulicos y estructurales de los canales de riego para mejorar la eficiencia de riego, en cuanto a uso, manejo y distribución del recurso hídrico. Y organizar a los comités de usuarios para el buen funcionamiento, administración y uso del recurso hídrico por medio de talleres de capacitación. Las conclusiones fueron: Con los resultados

del balance hídrico sin proyecto se pudo determinar que la demanda de agua es 0.667 MMC anuales, es mayor que la oferta con 0.417 MMC anuales, debido a las pérdidas por infiltración, evapotranspiración, por tanto existe un déficit de agua debido a que los cultivos solo tienen agua en época de avenidas (enero- marzo), luego en los meses próximos se produce una escasez de agua, perdiéndose áreas de cultivos, y baja producción de los cultivos. En el caso del balance hídrico con proyecto obtenemos que la demanda de agua es 0.339 MMC anuales es menor que la oferta con 0.742 MMC anuales, es decir más del 50% de agua que la demanda, entonces el recurso hídrico está asegurado cumpliendo con las necesidades de los cultivos, por lo tanto se tiene un superávit de agua suficiente para proyectar la frontera agrícola. El resultado del estudio de mecánica de suelos nos indica que, nuestra de área a mejorar, tiene terrenos de buena estabilidad, debido a la textura que presenta en arena- limosas y areno-arcillosas, por lo que no es probable que ocurran fenómenos de licuación de arenas ante un sismo de gran magnitud. Los cálculos hidráulicos y estructurales, nos permitieron proyectar el dimensionamiento adecuado para las obras de arte como: 10 rápidas, 14 caídas y 01 acueducto, la de conducción (canal: 5.416 km), y de almacenamiento (08 reservorios), de distribución (86 tomas parcelarias y 10 pases peatonales. Y sus recomendaciones; En la zona de estudio se debe realizar la evaluación previa de canteras (el polvazal, río la gallega) o canteras aledañas para verificar la calidad de los materiales, además se debe aprovechar el

acceso que existe en la zona, y la disponibilidad de los usuarios de cooperar en la construcción de la infraestructura de riego. Para disminuir la posibilidad de grietas, o roturas por asentamientos del sub-suelo se recomienda mejorar la cimentación con material compactado, de acuerdo al resultado del estudio de mecánica de suelos. Como ejercicio práctico y técnico se debe recalculer la comprobación de los diseños de canales y obras de arte, con el fin de interpretar los criterios asumidos por el diseñador y tenerlos presente al momento de la construcción cuando se necesite proponer alguna modificación para optimizar la construcción y costos. Se recomienda el cambio del tipo de riego, del convencional (por gravedad), al riego presurizado: por goteo en cultivos como café, plátanos, caña y frejol, y en el caso de riego por aspersión cultivos como pastos, forrajes y con cultivos rentables (para su exportación como el café), ya que con este tipo de tecnología se puede aprovechar mejor y racionalmente el agua.

b) "Análisis de costos en el proceso constructivo del canal Cullicocha-Chaquicocha ubicado en área protegida (Parque Nacional Huascarán)" Lima 2015 (Solsol A.) (5)

El presente trabajo tiene como objetivo; Mantener y manejar las condiciones funcionales de las cuencas hidrográficas de modo que se asegure la captación, flujo y calidad del agua, y se controle la erosión y sedimentación. Y sus conclusiones son: Los costos totales en el proceso constructivo del canal Cullicocha-

Chaquicocha sufrieron un incremento en las alternativas dentro del Área Natural Protegida frente al proyecto en área no protegida, las que variaron de acuerdo a la solución técnica asumida. Se puede establecer que los costos del proceso constructivo de proyectos similares en un Área Natural Protegida; específicamente en el Parque Nacional Huascarán, presentarán un incremento en los costos totales entre 10.44 y 22.22 por ciento, frente a proyectos ubicados fuera de una Área Natural Protegida, dependiendo de la solución técnica que se escoja. . Desde el punto de vista técnico, las tres alternativas: Canal revestido con concreto fe 210 kg/cm², Canal revestido con mampostería de piedra y mortero y Canal de tubería corrugada de polietileno de alta densidad (HDPE); proponen soluciones 138 viables para los problemas de captación de agua insuficiente y pérdidas por infiltración existentes en el canal Cullicoha-Chaquicocha. Sin embargo, es importante notar la vida útil aproximada de cada alternativa, siendo la tercera alternativa, la que mayor vida útil posee con 70 años, seguida de la primera con 40 años y por último la segunda con 30 años. Por consiguiente, será importante estudiar el trabajo de mantenimiento realizado por los pobladores. Dado que de elegir la segunda alternativa, el mantenimiento deberá ser mucho más frecuente y de elegir la tercera alternativa será mucho más costoso. Desde el punto de vista económico, la mejor alternativa es la segunda, Canal revestido con mampostería de piedra y mortero, siendo la que

menor costo presenta en el proceso constructivo. Teniendo en cuenta la normativa existente sobre Áreas Naturales Protegidas, las tres alternativas cumplen con la opinión técnica establecida por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado; lo que se demuestra en el incremento de sus costos totales. La mejor alternativa de solución desde el punto de vista técnico y económico a nivel de perfil, que se ajusta a la normativa existente sobre Áreas Naturales Protegidas en el país para el presente proyecto, es la segunda alternativa: Canal revestido con mampostería de piedra y mortero, dado que presenta el menor costo total en el proceso constructivo. Sin embargo, será necesario asesorar a los pobladores del lugar en el trabajo de mantenimiento. Al comparar la normativa existente sobre ejecución de infraestructura de servicios en Áreas Naturales Protegidas en el Perú, con las equivalentes normativas de países en el exterior, se deduce en líneas generales que, el Perú cuenta con una extensa base legal y estamentos gubernamentales relacionados con el aprovechamiento de recursos naturales en el ámbito agrario por parte de pueblos ubicados en Áreas Naturales Protegidas. Que nos sitúa en un lugar privilegiado, junto con México y Colombia, ya que poseemos normativas muy similares a estos dos países. Y con diferencias con países como: 139. Bolivia, cuya normativa se centra en respetar los derechos de propiedad de la tierra y uso sustentable de los recursos naturales por parte de los pueblos que viven dentro de las "Áreas Naturales Protegidas".

Brasil, que cuenta con una normativa relativamente reciente y con algunos problemas en el manejo comunitario, pues existe poco entendimiento sobre el proceso de "gestión compartida" entre los pobladores y el Estado; y además, no cuenta con la suficiente cantidad de recursos humanos para la conservación de los recursos naturales en sus "Unidades de Conservación de la Naturaleza". Chile, que no cuenta con un solo organismo que centralice la administración de las "Áreas Silvestres Protegidas", lo que no permite llegar a un consenso acerca de las actividades que se pueden desarrollar en ellas. Venezuela, en cuya normativa se establece que, la construcción de obras hidráulicas es permitida, pero con uso restringido. Y se recomienda que en la elaboración de proyectos similares ubicados en Áreas Naturales Protegidas, los proyectistas, ejecutores y supervisores de obras, tengan en cuenta los resultados obtenidos en la presente tesis al analizar costos en los procesos constructivos. Con el fin de evitar problemas burocráticos, que no tan sólo originan pérdidas económicas y de tiempo; sino que además, generan decepción de los pobladores hacia las autoridades al no poder acceder a una mejor calidad de vida.

- c) **“Mejoramiento e identificación de riesgos en el canal La Peligrosa Marmot- Gran Chimú” Trujillo 2016 (Castro C., Pérez E.) (6)**

El trabajo tiene como objetivo general: mejoramiento e

identificación de riesgos en el canal de La Peligrosa Marmot -Gran Chimú y sus objetivos específicos son: Diseño hidráulico y estructural del canal la peligrosa. Desarrollo de una metodología para la determinación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por exposición, fragilidad y resiliencia. Presupuesto y costos unitarios, de acuerdo a los resultados de la identificación de riesgos, evaluación económica, análisis de sensibilidad, análisis de sostenibilidad e impacto ambiental del proyecto se concluyó los siguientes: El área de la zona de intervención, denominada Pampas del Bao, la actividad agrícola está sustentada principalmente en la disponibilidad del recurso hídrico.

El problema central identificado en la zona de estudio es falta recurrente del recurso hídrico, falta de estructuras de servicio, su vulnerabilidad ante eventos recurrentes y eventos locales, con peligros latentes de orden geológicos: Deslizamientos y avalanchas y materiales: Material detrítico y rocas. Climáticos: Fuertes precipitaciones pluviales, fuertes vientos de dirección Nor-Este.

Los eventos recurrentes de origen Natural y antrópicos, se toman en cuenta para efectos de la prevención y planificación de actividades y obras de protección por ejecutarse, cuya ejecución repercutirán en el desarrollo normal de las actividades económicas, sociales, culturales y políticas de un contexto determinado Pampas del Bao.

El proyecto beneficiara, 140.19 hectáreas de cultivo y 70 usuarios

resistentes permanentes. La solución de los problemas identificados en la alternativa seleccionada, comprende acciones de carácter estructural y no estructural y son los siguientes:

Medidas de carácter estructura: Revestimiento de canal (Considerando ya en el estudio Proyecto), colocación de gaviones como muros de contención, regeneración de la flora típica de la zona (Reforestación con especies nativas, mejoramiento del canal que se inicia en el Rio Chicama y comprende una Longitud de 12+481.16m. Se plantea revestir en su totalidad con concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, espesor de revestimiento 0.075m (3pulga), sección trapezoidal. Como medida de reducción de riesgo de daños a la economía familiar y municipal. Se plantea reprogramar y destinar erogaciones y recursos presupuestos que se destinan a otras actividades menos prioritarias. Debido a que la pérdida de infraestructura: como canales de regadío, carreteras, electricidad, sistemas de agua son de primera prioridad. Medidas correctivas como obras complementarias de estabilidad de taludes, desarrollo de especies vegetales para estabilizar laderas y otras disminuyen sustancialmente los riesgos.

Medidas de carácter no estructural: Medidas correctivas Medidas de prevención. Reubicación de estaciones meteorológicas y sistemas de alerta y monitoreo permanente de las condiciones. Evacuación de la población. Abandono definitivo de terrenos (parcelas) vulnerables a eventos recurrentes. Tiene un plan de

atención de emergencia, así como de alerta y evacuación rápida de las personas.

La junta de usuarios debe brindar asesoría técnica y capacitación constantes a los agricultores en temas de labores culturales, tecnológicos de riego incluso de mitigación de desastres.

Entre sus recomendaciones se tiene: En concordancia a los análisis efectuados de vulnerabilidad, MARMOT se ubica en una zona de riesgo considerable, por lo que es necesario tomar en cuenta las medidas de carácter estructural y no estructural identificadas.

Respecto a la vulnerabilidad del canal: Como la topografía del terreno se presenta favorables hacia el flanco izquierdo del canal; sin embargo este flanco está expuesto frecuentemente en días de lluvia a deslizamiento y crecientes de las quebradas que cruzan el canal y se clasifican de Nivel Medio. Pero riesgos de magnitud mayor se presenta en años d abundante lluvias y años NIÑO, donde los eventos como deslizamientos y crecientes son de mayor magnitud, por lo que se clasifican como; riesgos muy altos.

Las actividades y obras de ejecutar, tiene una componente de mano de obra, por lo que se recomienda hacer uso de la mano de obra no calificada, disponible de la localidad (mismos beneficiarios) y esto se logra con una programación de su ejecución en épocas donde no hay actividad agrícola, lo anterior permite también abaratar los costos de ejecución y calificar beneficiarios para labores distintas de las cotidianas y de prevención; se recomienda a las entidades

pertinentes, prestar y brindar atención a los pequeños agricultores capacitándolos en proyectos productivos y de prevención.

2.1.3. Antecedentes Locales.

- a) **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de regadío, entre las progresivas 0+000 - 1+000 del distrito de Culebras, provincia de Huarmey, departamento de Ancash - Febrero 2015” (Tabacchi R.) (7)**

En el trabajo se tiene como objetivo general: Es la determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de regadío, entre las progresivas 0+000 - 1+000 del distrito de Culebras, Provincia de Huarmey, departamento de Ancash, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del mismo. Y como objetivos específicos: Identificar el tipo de patologías del concreto que existen en el canal, entre las progresiva 0+000 - 1+000 del distrito de Culebras, provincia de Huarmey, departamento de Ancash. Y determinar el estado de conservación en que se encuentra el canal de concreto, entre las progresivas 0+000 - 1+000 del distrito de Culebras, provincia de Huarmey, departamento de Ancash. Entre sus conclusiones se tiene: Se ha determinado el estado en que se encuentra el concreto en el canal del distrito de Culebras. Se inspeccionaron un total de 6 muestras entre las progresivas 0+000 – 1+000, dando lugar a la toma y recolección de datos un total de 1 Km obteniendo los siguientes resultados. Después de haber indicado las patologías encontradas ,podemos

indicar que el piso del canal en todo el recorrido ha sufrido erosión con una severidad nivel 2 y las causas probables son los sedimentos que arrastra el canal debido al medioambiente que lo rodea (vientos, temperatura, vehículos, etc.), ya que la captación es de agua subterránea y sale limpia de sedimentos. El 47.01% de las muestras o tramos tienen un nivel de severidad 1 y severidad leve. El 52.99% de las muestras o tramos tienen un nivel de severidad 2 y severidad moderada. Tipo de patologías encontradas en porcentaje, las patologías fisuras en bloque, hundimiento e impacto no se encontraron en el canal en estudio es por este motivo que no lo muestra el gráfico. Y en cuanto a sus recomendaciones tenemos: Sería importante que el trabajo desarrollado sirviera para uniformizar criterios en cuanto a los formatos de evaluación de patologías de canales para futuros trabajos. Si bien es cierto que los canales tienen un tiempo de vida según diseño, también es importante que se realice las post evaluaciones para saber exactamente que realmente está deteriorando el canal y realizar las medidas correctivas a tiempo. Se recomienda un Mantenimiento periódico del canal por la sedimentación de tierra en el fondo del canal en forma frecuente.

b) “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de irrigación Huapish en la comunidad de Vicos, entre las progresivas 0+000 - 0+817 del distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash – diciembre 2015” (Sánchez S.) 2015” (8)

El trabajo tiene como objetivo general: Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de Irrigación, Huapish de la comunidad de Vicos, en las progresivas 0+000 a 0+817 del distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del mismo, y se ha planteo los siguientes objetivos específicos: Identificar el tipo de patologías del concreto que existen en el canal, entre las progresiva 0+000 A 0+817, en la comunidad de Vicos, del distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash. Además de determinar el estado de conservación en que se encuentra el canal de concreto, entre las progresivas 0+000 A 0+817, en la comunidad de Vicos, del distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash. Del trabajo realizado se obtuvo las siguientes conclusiones: Mal procedimiento constructivo se determina un 19.51% de daño en grado de severidad leve, donde prevalecen las patologías. Por mal procedimiento constructivo se concluye que un 48.79% de afectación en grado de severidad moderado, las patologías han degradado el concreto del canal Huapish. Por mal procedimiento

constructivo se determina un 31.70% de daño con grado de severidad severo, ocasionando el deterioro paulatino con el pasar del tiempo relacionado a la edad del concreto del canal Huapish. Y sus Recomendaciones fueron: Tomando las patologías que más se presenta en la infraestructura se recomienda; realizar la reparación de las áreas afectadas según su nivel de severidad y la patología que lo esté afectando. Sabiendo los resultados y el nivel de severidad realizar una evaluación más profunda y detallada del canal. Sabiendo los resultados generales del tramo y dando un nivel de severidad dos se recomienda, tomar en cuenta esta tesis para evaluaciones futuras de canales y su severidad de las patologías que afectan la estructura.

- c) **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego el pueblo entre las progresivas 3+000 al 4+000 en el sector Cahuacucho el distrito de Buenavista alta, provincia de Casma, región Áncash, enero 2016” (Llanos K.) (9)**
- Este trabajo de investigación tuvo como objetivo, Determinar y Evaluar las Patologías del concreto en el Canal de Riego el Pueblo entre las progresivas 3+000 al 4+000 en el Sector de Cahuacucho del Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Región Áncash, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del mismo. Los objetivos específicos: Identificar los tipos de patologías en concreto en el Canal de Riego el Pueblo entre las progresivas 3+000 al 4+000 en el Sector de Cahuacucho del

Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Región Áncash, Enero 2016; Analizar los tipos de patologías en concreto en el Canal de Riego el Pueblo entre las progresivas 3+000 al 4+000 en el Sector de Cahuacucho del Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Región Áncash, Enero 2016 y Obtener el nivel de severidad de acuerdo a sus patologías del Canal de Riego el Pueblo entre las progresivas 3+000 al 4+000 en el Sector de Cahuacucho del Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Región Áncash, Enero 2016. Sus conclusiones fueron: Luego de realizar la inspección visual y empleando la ficha de evaluación. Se llegó a la conclusión que el 29.22 % de todo el canal evaluado tiene presencia de patología y el 70.78 % no tiene presencia de patología. Al término de la elaboración de los resultados se llegó a la conclusión que las patologías que más se presentan en la infraestructura del canal de riego son las siguientes fisura (76.14 m²) (5.44%); grietas (68.64 m²)(4.90%); desintegración (61.42 m²)(4.39%); distorsión (51.35 m²)(3.67%); daño por vegetación (44.89 m²)(3.21%); eflorescencia (42.68 m²)(3.05%); Descascaramiento (42.25 m²)(3.02%); erosión (14.80 m²)(3.70%) y corrosión (6.63 m²)(0.50%). La estructura del canal de riego evaluado se encuentra con un nivel de severidad moderado.

Y sus recomendaciones fueron: Tomando las patologías que más se presenta en la infraestructura se recomienda; realizar la reparación de las áreas afectadas según su nivel de severidad y la

patología que lo esté afectando. Sabiendo los resultados y el nivel de severidad realizar una evaluación más profunda y detallada del canal. Sabiendo los resultados generales del tramo y dando un nivel de severidad dos se recomienda, tomar en cuenta esta tesis para evaluaciones futuras de canales y su severidad de las patologías que afectan la estructura.

2.2. Bases Teóricas de la Investigación.

a) Canal

Rodríguez P. (10); “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 de su propio peso”.

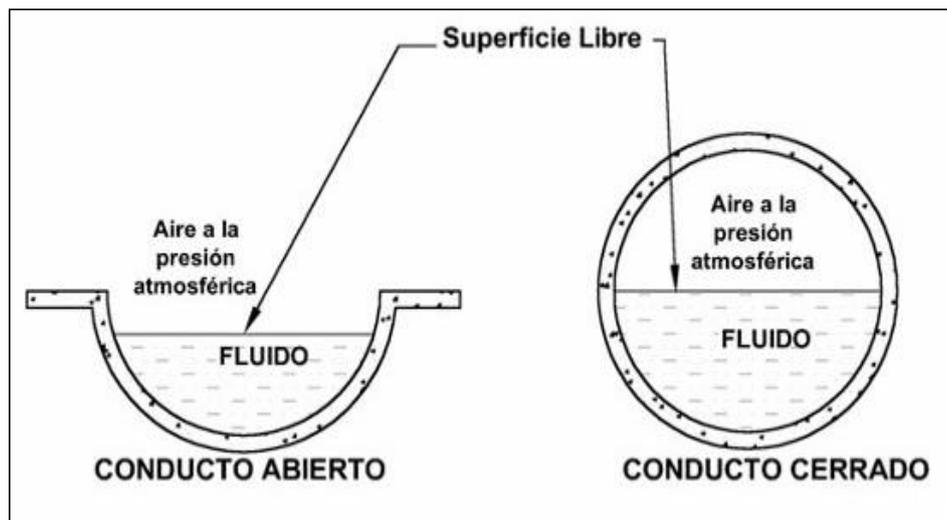


Gráfico 1. Flujo de Conductos

b) Clasificación de los Canales

De acuerdo con su origen los canales se clasifican en:

Canales naturales:

Rodríguez P. (10); “Incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la tierra, los cuales varían en tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas montañosas, hasta quebradas, ríos pequeños y grandes, arroyos, lagos y lagunas. Las corrientes subterráneas que transportan agua con una superficie libre también son consideradas como canales abiertos naturales. La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y variable durante su recorrido, lo mismo que su alineación y las características y aspereza de los lechos”.

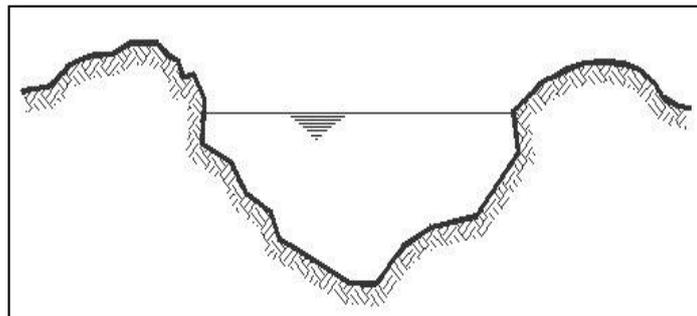


Gráfico 2. Sección transversal irregular.



Figura 1. Sección transversal irregular de río.

Canales artificiales:

Rodríguez P. (10); “Los canales artificiales son todos aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo de la mano del hombre, tales como: canales de riego, de navegación, control de inundaciones, canales de centrales hidroeléctricas, alcantarillado pluvial, sanitario, canales de desborde, canaletas de madera, cunetas a lo largo de carreteras, cunetas de drenaje agrícola y canales de modelos construidos en el laboratorio. Los canales artificiales usualmente se diseñan con forma geométricas regulares (prismáticos), un canal construido con una sección transversal invariable y una pendiente de fondo constante se conoce como canal prismático”.

Rodríguez P. (10); “El término sección de canal se refiere a la sección transversal tomado en forma perpendicular a la dirección del flujo”. Las secciones transversales más comunes son las siguientes:

Sección trapezoidal: Se usa en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad, y en canales revestidos.

Sección rectangular: Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.

Sección triangular: Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo. También se emplean revestidas, como alcantarillas de las carreteras.

Sección parabólica: Se emplea en algunas ocasiones para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales viejos de tierra.

Secciones cerradas:

Sección circular: El círculo es la sección más común para alcantarillados y alcantarillas de tamaños pequeño y mediano.

Sección parabólica: Se usan comúnmente para alcantarillas y estructuras hidráulicas importantes.

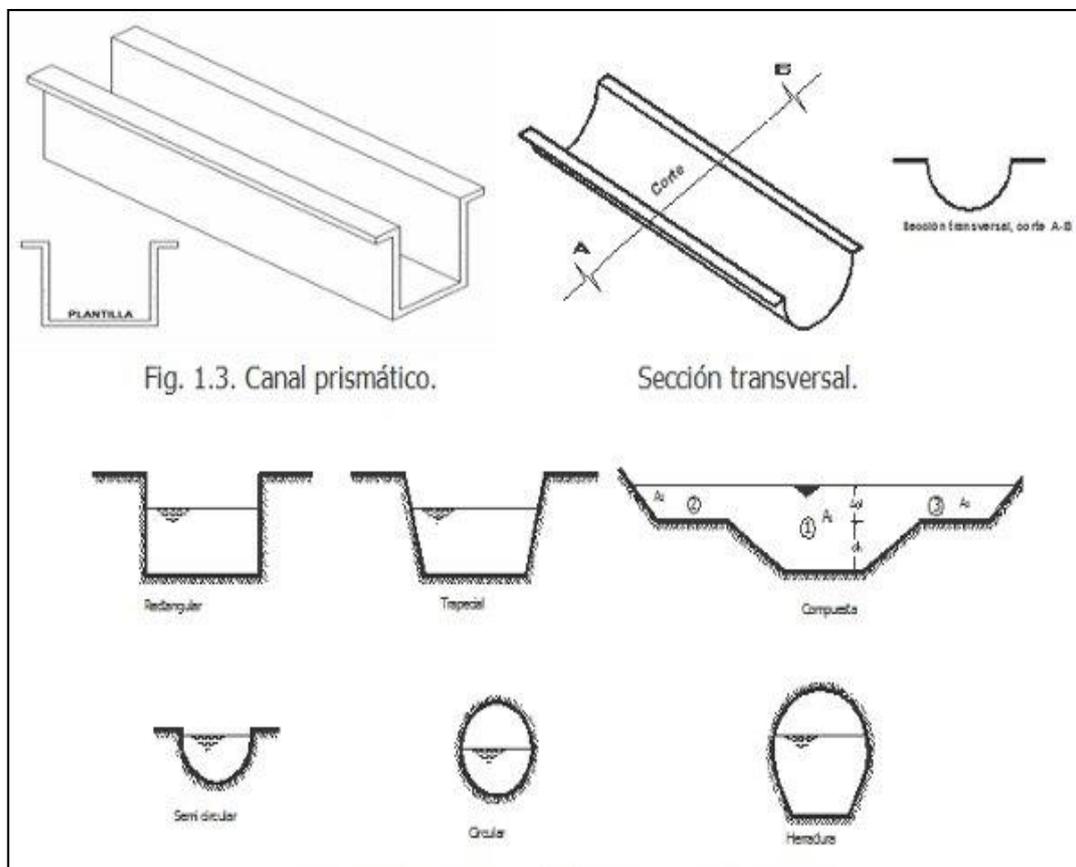


Gráfico 3. Secciones artificiales transversales tipos de canal.



Figura 2. Canal artificial de secciones transversales.

La selección de la forma determinada de la sección transversal, depende del tipo de canal por construir; así, la trapecial es muy común en canales revestidos, la rectangular en canales revestidos con material estable como concreto, mampostería, tabique, madera, etc., la triangular en canales pequeños como las cunetas y contra cunetas en las carreteras, y la circular en alcantarillas, colectores y túneles. Existen secciones compuestas como las anteriores que encuentran utilidad en la rectificación de un río que atraviesa una ciudad.

Canales de riego por su función

Rodríguez P. (10); Los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones:

Canal de primer orden.- Llamado también canal principal o de derivación y se le traza siempre con pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro lado da con terrenos altos (cerros).

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.

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.

c) Elementos básicos en el diseño de canales

Se consideran algunos elementos topográficos, secciones, velocidades permisibles, entre otros:

Trazo de canales:

Condori H. (11); “Cuando se trata de trazar un canal o un sistema de canales es necesario recolectar la siguiente información básica”.

Fotografías aéreas, para localizar los poblados, caseríos, áreas de cultivo, vías de comunicación, etc.

Planos topográficos y catastrales.

Estudios geológicos, salinidad, suelos y demás información que pueda conjugarse en el trazo de canales.

Una vez obtenido los datos precisos, se procede a trabajar en gabinete dando un trazo preliminar, el cual se replantea en campo, donde se hacen los ajustes necesarios, obteniéndose finalmente el trazo definitivo.

En el caso de no existir información topográfica básica se procede a levantar el relieve del canal, procediendo con los siguientes pasos.

Reconocimiento del terreno.- Se recorre la zona anotándose todos los detalles que influyen en la determinación de un eje probable de trazo, determinándose el punto inicial y el punto final.

Trazo preliminar.- Se procede a levantar la zona con una brigada topográfica, clavando en el terreno las estacas de la poligonal preliminar y luego el levantamiento con teodolito, posteriormente a este levantamiento se nivelará la poligonal y se hará el levantamiento de secciones transversales, estas secciones se harán de acuerdo a criterio, si es un terreno con una alta distorsión de relieve, la sección se hace a cada 5 m, si el terreno no muestra muchas variaciones y es uniforme la sección es máximo a cada 20 m.

Trazo definitivo.- Con los datos de se procede al trazo definitivo, teniendo en cuenta la escala del plano, la cual depende básicamente de la topografía de la zona y de la precisión que se desea:

Terrenos con pendiente transversal mayor a 25%, se recomienda escala de 1:500.

Terrenos con pendiente transversal menor a 25%, se recomienda escalas de 1:1000 a 1:2000.

Radio mínimos en canales.- En el diseño de canales, el cambio brusco de dirección se sustituye por una curva cuyo radio no debe ser muy grande, y debe escogerse un radio mínimo, dado que al trazar curvas con radios

mayores al mínimo no significa ningún ahorro de energía, es decir la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio sí será más costoso al darle una mayor longitud o mayor desarrollo.

Tabla 1. Capacidad del canal y radio mínimo.

Capacidad del canal	Radio mínimo
Hasta 10 m ³ /s	3 * ancho de la base
De 10 a 14 m ³ /s	4 * ancho de la base
De 14 a 17 m ³ /s	5 * ancho de la base
De 17 a 20 m ³ /s	6 * ancho de la base
De 20 m ³ /s a mayor	7 * ancho de la base
Los radios mínimos deben ser redondeados hasta el próximo metro superior	

d) Elementos Geométricos de los Canales

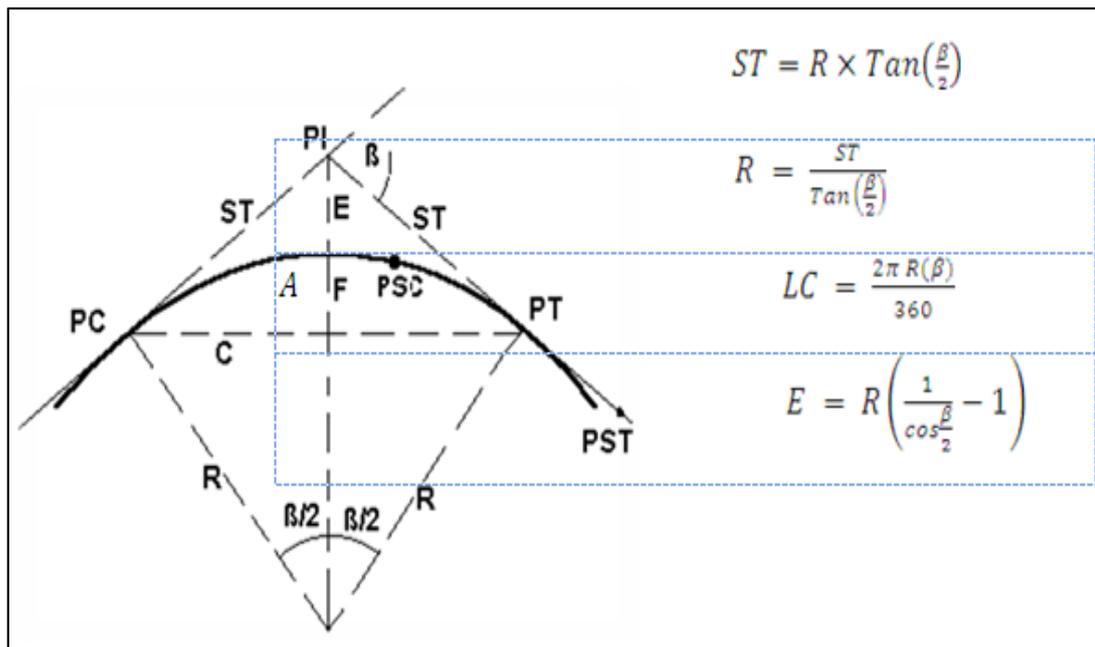


Gráfico 4. Elementos de una curva

Tabla 2. Descripción de los elementos de una curva.

A	=	Arco, es la longitud de curva medida en cuerdas de 20 m
C	=	Cuerda larga, es la cuerda que sub – tiende la curva desde PC hasta PT.
β	=	Angulo de deflexión, formado en el PI.
E	=	External, es la distancia de PI a la curva medida en la bisectriz.
F	=	Flecha, es la longitud de la perpendicular bajada del punto medio de la curva a la cuerda larga.
G	=	Grado, es el ángulo central.
LC	=	Longitud de curva que une PC con PT.
PC	=	Principio de una curva.
PI	=	Punto de inflexión.
PT	=	Punto de tangente.
PSC	=	Punto sobre curva.
PST	=	Punto sobre tangente.
R	=	Radio de la curva.
ST	=	Sub tangente, distancia del PC al PI.

e) Rasante de un canal.

ANA. (12); “Una vez definido el trazo del canal, se proceden a dibujar el perfil longitudinal de dicho trazo, las escalas más usuales son de 1:1000 o 1:2000 para el sentido horizontal y 1:100 o 1:200 para el sentido vertical, normalmente la relación entre la escala horizontal y vertical es de 1 a 10”.

Para el diseño de la rasante se debe tener en cuenta:

La rasante se debe efectuar sobre la base de una copia del perfil longitudinal del trazo.

ANA. (12); “Tener en cuenta los puntos de captación cuando se trate de un canal de riego y los puntos de confluencia si es un dren”.

ANA. (12); “La pendiente de la rasante de fondo, debe ser en lo posible igual a la pendiente natural promedio del terreno, cuando esta no es posible debido a fuertes pendientes, se proyectan caídas o saltos de agua”.

ANA. (12); “Para definir la rasante del fondo se prueba con diferentes cajas hidráulicas, chequeando siempre si la velocidad obtenida es soportada por el tipo de material donde se construirá el canal”.

ANA. (12); “El plano final del perfil longitudinal de un canal, debe presentar como mínimo la siguiente información”.

- Kilometraje
- Cota de terreno
- BMs (cada 500 ó 1000 m)
- Cota de rasante
- Pendiente
- Indicación de las deflexiones del trazo con los elementos de curva.
- Ubicación de las obras de arte.
- Sección o secciones hidráulicas del canal, indicando su kilometraje.
- Tipo de suelo.

f) El Concreto y sus Componentes.

f.1) Definición de Concreto.

Rivva E. (13); “El concreto es un producto artificial que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentra embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado. Los materiales que participan en la fabricación del concreto son: agregado

pétreo, agua y cemento. Excepcionalmente pueden requerir aditivos y el cual está en función al uso final del concreto en estado endurecido”.

Harmsen T. (14); “El concreto es una mezcla de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua. El cemento, el agua y la arena constituyen el mortero cuya función es unir las diversas partículas de agregado grueso llenando los vacíos entre ellas. En teoría, el volumen de mortero sólo debería llenar el volumen entre partículas. En la práctica, este volumen es mayor por el uso de una mayor cantidad de mortero para asegurar que no se formen vacíos. Para obtener un buen concreto no sólo basta contar con materiales de buena calidad mezclados en proporciones correctas. Es necesario también tener en cuenta factores como el proceso de mezclado, transporte, colocación o vaciado y curado”.

f.2) Propiedades del concreto.

Figueira G, Yajure J. (15); “El concreto presenta 3 propiedades cuando se encuentra en estado sólido, las cuales pueden ser medibles, siendo estas las siguientes”:

- **“Impermeabilidad.-** Es la cualidad que genera resistencia a la penetración de fluidos sobre la superficie del concreto.”
- **“Resistencia.-** Es la cualidad de soportar cargas por unidad de área, llegando este a su estado máximo permisible a los 28 días de puesta en obra, asociada básicamente a esfuerzos de compresión y tracción”.

- **Durabilidad.-**

Rivva E. (16); “La durabilidad de una estructura de concreto o sea su variación en el tiempo sin modificaciones esenciales en su comportamiento es definida por el Comité 201 del American Concrete Institute (ACI) como la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro”. Algunos investigadores prefieren decir que “es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea; los ataques, ya sea químicos, físicos o biológicos, a los cuales puede estar expuesto; los efectos de la abrasión, la acción del fuego y las radiaciones: la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro”.

Rivera G. (17); “El concreto durable es aquel que puede resistir en forma satisfactoria las condiciones de servicio a que sujeto, tal como: la meteorización, la acción química y el desgaste. Las causas externas pueden ser físicas, químicas o mecánicas; originadas por condiciones atmosféricas, temperaturas extremas, abrasión, acción electrolíticas, ataques por líquidos y gases de origen natural o industrial. Las causas internas son: la reacción álcali-agregado y de la pasta de cemento y sobre todo la permeabilidad del concreto”.

f.3) Cemento.

Rivva E. (13); “Se define como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que por adición de una cantidad conveniente

de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo agua así como aire y formar compuestos estables”.

Harmsen T. (14); “El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos”.

Está constituido por los siguientes componentes:

- Silicato tricálcico $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C3S), el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
- Silicato dicálcico $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C2S), el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
- Aluminato tricálcico $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C3A), es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle yeso durante la fabricación del cemento.
- Alumino-Ferrito Tetracálcico $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (C4AF), influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
- Componentes menores: óxidos de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

f.3.1) Cemento Portland.

Rivva E. (13); “Es el producto obtenido por la pulverización del clinker Pórtland con la adición eventual del sulfato de calcio. El clinker Pórtland es una combinación de una fuente de cal (como las calizas), una fuente de sílice y alúmina (como las arcillas), y

una fuente de óxido de hierro (como el mineral de hierro). Esta mezcla en proporciones adecuadas es finamente molida y luego calentada alrededor de 1500°C, a fin que se produzcan las reacciones entre los componentes”.

f.3.2) Tipos de cemento Portland.

Rivva E. (13); “El cemento Pórtland se puede clasificar de la siguiente forma:

- **Tipo I:** Es el cemento fabricado para un uso general con finura 280 m²/kg mínimo.
- **Tipo II:** Fabricado para una moderada resistencia a los sulfatos, y con un bajo calor de hidratación.
- **Tipo III:** Empleado cuando se requiera una alta resistencia inicial y/o temprana, produce un elevado calor de hidratación o en construcciones a baja temperatura. Es un cemento similar al tipo 1, desarrolla su resistencia rápidamente, debido a su mayor contenido de C3S (hasta 70%) y a su mayor finura (325 m²/kg mínimo).
- **Tipo IV:** Empleado cuando se necesite un bajo calor de hidratación, además de evitar dilataciones durante el fraguado. Debido al contenido más bajo de C3S y C3A, hay un desarrollo de resistencia más lento que el cemento Pórtland ordinario, aunque la resistencia final no es afectada. La finura no debe ser menor de 320 m²/kg para asegurar un índice suficiente de aumento de resistencia.

- **Tipo V:** Este cemento tiene un bajo contenido de C3A, para evitar el ataque de sulfatos desde el exterior del concreto, siendo un cemento de alta resistencia al ataque de sulfatos”.

f.4) Agregados:

f.4.1) Agregado fino o arena

Harmsen T. (14); “Tanto el agregado fino como el grueso, constituyen los elementos inertes del concreto, ya que no intervienen en las reacciones químicas entre cemento y agua. El agregado fino pasa el tamiz 3/8” (9.4mm) y queda retenido en la malla N°200 (75 µm), este agregado debe ser durable, fuerte, limpio, duro y libre de materias impuras como polvo, limo, pizarra, álcalis y materias orgánicas”.

No debe tener más de 5% de arcilla o limos ni más de 1.5% de materias orgánicas. Sus partículas deben tener un tamaño menor a 1/4" y su gradación debe satisfacerlos requisitos propuestos en la norma ASTM-C-33-99a, los cuales se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Requisitos granulométricos de agregado fino.

Requisitos granulométricos que deben ser satisfechos por el agregado fino	
Tamiz estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
9.4 mm (3/8")	100
4.75 mm (#4)	95 a 100
2.36 mm (#8)	80 a 100
1.18 mm (#16)	50 a 85
600 µm (#30)	25 a 60
300 µm (#50)	10 a 30
150 µm (#100)	2 a 10

f.4.2) Agregado grueso o piedra.

Harmsen T. (14); “El agregado grueso está constituido por rocas graníticas, dioríticas y sieníticas, este agregado grueso es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava. Al igual que el agregado fino, no deben contener más de un 5% de arcillas y finos ni más de 1.5% de materias orgánicas, carbón, etc. Para concreto ciclópeo se puede emplear piedra de hasta 15 y 20 cm. Se puede usar tamaños mayores si a criterio del ingeniero, no inducirán la formación de vacíos. Al igual que para la arena, la norma La norma ASTM-C-33-99a.

f.5) Agua.

Harmsen T. (14); “El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. En general, el agua potable es adecuada para el concreto. Su función principal es hidratar el cemento. Pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla. Podrá emplearse agua no potable en la elaboración del concreto, siempre que se demuestre su idoneidad. Para ello se fabricarán cubos de mortero elaborados con ella y se ensayarán según la norma ASTM-C-1091109M-99. Si las resistencias obtenidas a los 7 y 28 días son por lo menos el 90% de las esperadas en morteros similares elaborados a base de agua potable el líquido es aceptable

(ACI-3.4.3). Es conveniente verificar, adicionalmente, que no contenga agentes que puedan reaccionar negativamente con el refuerzo”.

f.6) Aditivos.

Harmsen T. (14); “Los aditivos son sustancias que, añadidas al concreto, alteran sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido”.

f.6.1) Clasificación de los aditivos:

Harmsen T. (14); “Por su naturaleza, se clasifican en aditivos químicos y aditivos minerales”.

f.6.1.1) Aditivos químicos: “Entre los aditivos químicos tenemos, principalmente, los plastificantes y superplastificantes, los incorporadores de aire y los controladores de fragua”.

Las normas ASTM C-260-00 y C-1017/1017M-98 presentan especificaciones para estos aditivos. Los aditivos incorporadores de aire están estandarizados por la norma ASTM-C-260-00. La norma ASTM- 10 1711 0 17M-98 incluye especificaciones para los aditivos químicos a ser utilizados en concretos bombeables, entre los que se incluyen los plastificantes y retardadores.

Los aditivos plastificantes.- sirven para lograr concretos más trabajables y plásticos. Permiten reducir la cantidad de agua en la mezcla. Si se mantiene constante la cantidad de cemento, la resistencia del

concreto aumenta. Si la relación entre la cantidad de agua y el cemento no varía, al reducir la cantidad de agua disminuirá la cantidad de cemento y se obtendrá un concreto con igual resistencia pero con menos cemento en la mezcla. Es posible una reducción de hasta 15% de cemento en la mezcla sin pérdida de resistencia. El periodo de efectividad de los aditivos plastificantes es limitado. Entre ellos se tiene: ácido cítrico, ácido glucónico y los lignosulfonatos.

Los aditivos super-plastificantes.- permiten reducir hasta tres o cuatro veces el agua que puede ser reducida a través del uso de plastificantes. Esta reducción puede variar entre 20% y 25% del contenido total de agua. Estas sustancias permiten se utilizan en la elaboración de concretos de alta resistencia y de concretos muy fluidos. Además, aceleran la hidratación del cemento, obteniéndose mayores resistencias al primer, tercer y séptimo día.

Los aditivos incorporadores de aire.- se usan con objeto de añadir a la mezcla burbujas de aire uniformes. Está demostrado que esta circunstancia favorece la resistencia del concreto al deterioro producido por el calor y heladas alternadas. Los incorporadores de aire se usan, también, para mejorar la trabajabilidad de la

mezcla. Entre ellos se tiene: sales de resinas de la madera, detergentes sintéticos, sales de los ácidos de petróleo, ácidos resinosos y sus sales, etc.

Los aditivos controladores de fragua.- pueden ser aceleradores o retardadores. Los primeros, como su nombre lo indica, incrementan la velocidad de fraguado. La resistencia del concreto se incrementa a un mayor ritmo y esto permite reducir el tiempo de utilización de los encofrados, el tiempo de curado y, en general, la duración del proceso constructivo”.

Los aditivos retardadores, por el contrario, incrementan el tiempo de reacción del cemento. Son usados en el vaciado de estructuras grandes en las cuales es preciso mantener el concreto trabajable por un periodo más o menos largo. También se utilizan para contrarrestar la fragua rápida que se presenta en climas cálidos. Algunos químicos usados con frecuencia como controladores de fragua son: cloruro de calcio, nitrato de calcio, carbonato de potasio, carbonato de sodio, sulfato de calcio, etc. El primero ya casi no se usa pues ataca las armaduras.

f.6.1.2) Aditivos minerales: “Entre los aditivos minerales se tiene, principalmente: los aditivos naturales, cenizas volantes o flyash. microsílíce o silica fume y escoria de

la producción del acero”. Las normas ASTM-C-618-99 y C-989-99 incluyen especificaciones en tomo a ellos”.

Los aditivos minerales son materiales silíceos muy finos que son adicionados al concreto en cantidades relativamente grandes. Su función es reaccionar con algunas sustancias producto de la hidratación del cemento que no contribuyen a mejorar la resistencia del concreto obteniendo otros compuestos que sí incrementan dicha propiedad”.

Usos de los aditivos minerales:

- Mejorar la trabajabilidad del concreto
- Reducir el agrietamiento por el calor de hidratación
- Mejorar la durabilidad del concreto a los ataques químicos
- Reducir su potencial de corrosión
- Producir concretos de alta resistencia.

g) Mezclado, transporte, colocación y curado del concreto.

Harmsen T. (14); “El mezclado, transporte, colocación y curado del concreto son operaciones que influyen directamente en la calidad del material elaborado. Un control de calidad pobre puede ocasionar que, aun utilizando las proporciones adecuadas de piedra, arena, agua y cemento, no se obtenga el concreto deseado. En esta sección se pretende dar algunos criterios, muy generales, en torno a estos procesos”.

g.1) Mezclado del concreto

Harmsen T. (14); “El proceso de mezclado del concreto consiste en recubrir el agregado con la pasta de cemento hasta conseguir una masa uniforme. Debe efectuarse a máquina y para ello se hace uso de mezcladoras. Entre ellas se tiene la de volteo, la inversa y la de artesa. El tamaño de la mezcladora se determina en función del volumen de concreto a batir. La mezcladora de volteo tiene un tambor en forma cónica y espas en su interior. Se denomina así, pues el concreto es retirado inclinando el tambor después de su mezclado. Es recomendada para el batido de concretos poco trabajables ya que el retirado de la mezcla no presenta mayores dificultades. La mezcladora inversa es similar a la anterior pero el concreto es retirado girando el tambor en sentido contrario al mezclado. La velocidad de descarga es lenta y el concreto es susceptible de segregarse. La mezcladora de artesa no es móvil y tiene la forma de una batidora doméstica grande. Es eficiente cuando se trabaja con mezclas cohesivas, poco fluidas”.

El tiempo mínimo de mezclado del concreto es función de la cantidad de mezcla a preparar y del número de revoluciones de la mezcladora. Se mide a partir del instante en que todos los ingredientes están en la máquina. Una especificación usual es la de un minuto por 0.7 m³ (=1 yarda³) de concreto más un cuarto de minuto por cada 0.7 m³ adicionales. Sin embargo, el código del ACI requiere un tiempo mínimo de mezcla de un minuto y medio (ACI-5.8.3).

g.2) Transporte y colocación del concreto

Harmsen T. (14); “El concreto debe transportarse de modo que se prevenga la segregación y pérdida de materiales. Se emplean camiones concreteros, fajas transportadoras, canaletas metálicas, etc. Las fajas y canaletas deberán tener una pendiente que no favorezca la segregación o pérdida del concreto para lo cual deberán tener una inclinación que varíe entre 20° y 25°. El concreto transportado por ellas deberá ser protegido contra el secado”.

“La colocación debe efectuarse en forma continua mientras el concreto se encuentra en estado plástico, evitando la formación de juntas frías. Los elementos monolíticos se colocarán en capas horizontales que no excedan los 50 cm de espesor y que sean capaces de ser unidas por vibración. El objetivo principal de este proceso es evitar la segregación para lo que se hace uso de mangueras, chutes, etc”.

“El llenado sólo debe detenerse al llegar a una junta la cual se ubica de modo que el concreto vaciado en dos etapas no reduzca la resistencia del elemento.

“La compactación o vibrado del concreto consiste en eliminar el exceso de aire atrapado en la mezcla, logrando una masa uniforme que se distribuya adecuadamente en el encofrado y alrededor del refuerzo. Este proceso también es de suma importancia para conseguir un buen concreto. La compactación puede efectuarse manualmente mediante el chuceo o haciendo uso de vibradores.

g.3) Curado de concreto

Harmsen T. (14); “El curado es el proceso por el cual se busca mantener saturado el concreto hasta que los espacios de cemento fresco, originalmente llenos de agua sean reemplazados por los productos de la hidratación del cemento. El curado pretende controlar el movimiento de temperatura y humedad hacia dentro y hacia fuera del concreto. Busca, también, evitar la contracción de fragua hasta que el concreto alcance una resistencia mínima que le permita soportar los esfuerzos inducidos por ésta. La falta de curado del concreto reduce drásticamente su resistencia, a mayor tiempo de curado, la resistencia alcanzada por el concreto es mayor, esta etapa del proceso constructivo es decisiva para la obtención de un buen concreto”.

“Existen diversos métodos de curado: curado con agua, con materiales sellantes y curado al vapor. El primero puede ser de cuatro tipos: por inmersión, haciendo uso de rociadores, utilizando coberturas húmedas como yute y utilizando tierra, arena o aserrín sobre el concreto recién vaciado”.

h) Diseño Estructural de Obras Hidráulicas

Rivera J. (18); “La participación del diseñador estructural debe otorgar la seguridad a las construcciones de manera que soporten los esfuerzos a los que estará sometido como también asegurar que la funcionalidad no se vea afectada a través de la vida útil para la que se diseñó y que se asegure un razonable comportamiento impermeable, las soluciones a plantear deben estar basadas, además de su propia especialidad, en el conocimiento de los

procesos constructivos, y el estar plenamente consciente de las condicionantes del proyecto, incluido la ubicación geográfica, clima, facilidades logísticas y todo aquello que ha de influir en la adopción de las formas, materiales, y técnicas constructivas”.

h.1) Tipos de obras hidráulicas

Rivera J. (18); “Dentro de los diversos tipos de obras hidráulicas se pueden mencionar las presas, canales, sifones, acueductos, reservorios apoyados y elevados; cada uno de los tipos de obras mencionados tiene sus peculiaridades que se deben tomar en cuenta cuando se efectúe el diseño”.

h.2) Calidad del concreto, agrietamiento y juntas

Rivera J. (18); “Una de las características más importantes de las obras hidráulicas es la calidad apropiada de los materiales que se usarán, esto muchas veces es más importante que la misma capacidad para resistir los esfuerzos a los que estará sometida la estructura. De acuerdo a las recomendaciones del Comité 350 del ACI (Environmental Engineering Concrete Structures), uno de los aspectos más importantes que debe cumplir la dosificación del concreto está relacionado a la máxima. Relación agua/material cementante (a/c), que es el mejor indicador para lograr concretos de buen desempeño. Una manera de lograr esa relación a/c de manera indirecta es utilizar concretos de resistencia elevada, no porque se requiera, sino más bien debido a que al dosificar estos concretos se está garantizando que la relación a/c sea baja”.

h.2.1) Calidad de concreto.

Resistencia del Concreto

Expuesto a condiciones Severas: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, mínimo.

No expuesto a Condiciones Severas: $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$, mínimo.

Máxima relación a/c = 0.45

Exposición sanitaria Normal:

- Cuando los líquidos tienen un $\text{ph} > 5$ o está expuesto a solución de sulfatos con menos de 1500 ppm.

Exposición sanitaria Severa:

- Cuando los límites anteriores se exceden

h.2.2) Consideraciones estructurales

Espesores mínimos de muros

- Con $h > 3 \text{ m}$. o más 30cm
- Con $h < 3 \text{ m}$. 15cm
- Con recubrimiento de 5 cm o más 20cm

Rivera J. (18); “En el Perú, gran parte de las obras hidráulicas están ubicadas en la zona de la Sierra, donde el clima puede ser nocivo, en esos casos es recomendable tomar en consideración las recomendaciones del Comité 306 del ACI para climas fríos. En general la incorporación de aire al concreto permitirá tener concretos más impermeables; esto es especialmente importante para las zonas frías”.

h.2.3) Clima Frío (ACI 306)

Clima frío es cuando por más de 3 días consecutivos:

- El promedio diario de temperatura del aire $< 5^{\circ} \text{C}$
- En 12 horas al día, la temperatura del aire $< 10^{\circ} \text{C}$

El promedio diario de temperatura del aire es el promedio de la mayor y menor temperaturas que ocurren durante el periodo de media noche a medio día (entre 12 pm y 12 m).

En climas fríos, la temperatura del concreto en el momento de su colocación debe ser:

- Mayor a 13°C si el espesor del elemento es menor a 30 cm.
- Mayor a 10°C si el espesor está entre 30 y 90 cm
- Mayor a 7°C si el espesor está entre 90 y 180 cm

h.2.4) Colocar Aire Incorporado

Tamaño de agregado (1 1/2") \diamond Aire incorporado (5 1/2")

Tamaño de agregado (1 o 3/4") \diamond Aire incorporado (6")

Rivera J. (18); "El concreto es un material muy bueno en cuanto a su capacidad para resistir esfuerzos de compresión, pero en contraposición también tiene un problema que ocasiona fuertes dolores de cabeza a los ingenieros, me refiero a que durante el proceso de endurecimiento se contrae. Las restricciones, sean de fricción contra el suelo o porque otros elementos se lo impiden, no permiten su libre encogimiento por lo que se generan esfuerzos importantes de tracción que muchas veces producen agrietamientos, sobre todo cuando el proyectista no evaluó las consecuencias de estos efectos".

h.2.5) Contracción de fragua del concreto

Rivera J. (18); “Basados en cilindros curados 28 días y luego 50 a 60% de humedad. Las temperaturas elevadas y el proceso constructivo inadecuado pueden producir agrietamientos. La magnitud de las grietas dependerá de las causas que las producen.

h.2.6) Esfuerzos que causan agrietamiento

Tipo 1: Asentamiento plástico

Principales causas: Exceso de exudación

Tiempo de aparición: 10 minutos a 3 horas

Tipo 2: Contracción plástica

Principales causas: Secado rápido

Tiempo de aparición: 30 minutos a 6 horas

Tipo 3: Contracciones térmicas

Principales causas: Excesivo calor y gradiente de temperatura

Tiempo de aparición: 1 día a 2 o 3 semanas

Tipo 4: Contracción de fragua

Principales causas: Juntas insuficientes

Tiempo de aparición: Varias semanas o meses

i) Patologías en el concreto.

Silva O. (19); “La patología del concreto puede definirse como el estudio sistemático de los procesos y características de los daños que puede sufrir el concreto, sus causas, consecuencias y soluciones”.

Silva O. (19); “Las estructuras de concreto pueden sufrir defectos o daños que alteran su estructura interna y su comportamiento. Algunos pueden estar presentes desde su concepción o construcción, otras pueden haberse contraído durante alguna etapa de su vida útil, y otras pueden ser consecuencia de accidentes. El estudio incluye una investigación preliminar y una investigación profunda, las cuales comprenden un conocimiento previo, antecedentes o historial sobre aspectos como las cargas de diseño, el microclima que rodea la estructura, el diseño, la vida útil, el proceso constructivo, las condiciones actuales, el uso, procesos de medición y ensayo y cronología de datos, entre otros; una inspección visual; una auscultación de los elementos afectados mediante mediciones de campo y pruebas no destructivas; una exploración mediante remociones y sondeos; una evaluación o análisis estructural donde se revise la capacidad estructural y se determine la resistencia residual de la estructura mediante métodos empíricos, analíticos o pruebas de carga; y una extracción, análisis y ensayo de muestras mediante ensayos de evaluación física, mecánica, química, biológica y/o microscópica que permitan establecer mecanismos de daño”.

j) Importancia del estudio de las Patologías en Canales.

Safranez C. (20); “Los canales se extiende en miles de kilómetros por todo el territorio nacional y son obras normalmente poco vistosas. Debido a su extensión y al difícil acceso, la vigilancia de su ejecución puede resultar en muchos casos no del todo satisfactoria. Además, una vez terminada y entregada la obra, no es siempre posible vigilar si el tipo de junta adoptado ha resultado realmente eficaz en el transcurso de los años. Se conocen

bastantes casos donde ha sido necesario realizar reparaciones de los revestimientos de canales, costosas y molestas, sea porque el agua tenía un valor elevado, o porque se produjeron averías a causa de las filtraciones. Se recomienda el máximo cuidado para el proyecto y la ejecución de las juntas de contracción en canales que atraviesan terrenos yesosos, o los propicios al reblandecimiento, como por ejemplo ciertas margas. Filtraciones al principio insignificantes producen un reblandecimiento de la cimentación, lo que provoca un asiento y, como consecuencia de esto, se ensanchan las grietas y se aumenta la filtración a través de las juntas, repitiéndose el ciclo destructivo en mayor escala”.

k) Principales patologías que se presentan en las obras hidráulicas.

Safranez C. (20); “Las obras hidráulicas en general, son obras de alto costo de construcción, debido a las cantidades considerables de movimiento de tierra, grandes volúmenes de hormigón armado y complejidad constructiva, lo que resulta conveniente detectar a tiempo posibles patologías que se puedan presentar, para así evitar posibles fallas estructurales que puedan ser fatales. En los distintos elementos que constituyen las plantas de tratamiento se presentan varias patologías, como las del deterioro del hormigón por agentes externos ya sean químicos o físicos, patologías derivadas por la fabricación y ejecución, patologías relacionadas con la influencia del medio ambiente, patologías originada por defectos y deterioro del acero, las cuales ocasionan un deterioro acelerado del hormigón en las plantas potabilizadoras que se manifiestan como la segregación del hormigón, corrosión del hormigón, las eflorescencias, estalactitas, manchas de óxido,

desconchado, fisuración y agrietamiento del hormigón, manchas de humedad, moho, carbonatación del hormigón, corrosión salina, corrosión por lixiviación, a modo de conocimiento general”.

l) Daños posibles en las estructuras de concreto

Safranez C. (20); “Los daños o patologías en el concreto armado pueden ser: daños por agentes exteriores, ataque físico: erosión y heladas, ataque químico: ácidos, sulfatos, reacción de los álcalis, corrosión de las armaduras: carbonatación y ataque de los cloruros y daños intrínsecos del propio concreto, no estructurales: asentos plásticos, retracciones, contracciones; y de tipo estructurales: compresión, tracción, flexión, cortante, rasante, torsión, punzonamiento u otros daños causados por acciones extraordinarias como: fuego, sismo, impactos, suelos expansivos, asentos del terreno y empujes del terreno”.

m) Factores que causan defectos en el concreto

“Podemos clasificarlos según el momento de su ocurrencia”:

Relacionados al Diseño:

Flores L. (21); “Durante la etapa de ingeniería, el elemento de concreto será diseñado en base al conocimiento y experiencia de los proyectistas, y a los procedimientos y los controles de revisión establecidos antes de emitir la ingeniería final. Cualquier diferencia u error en la estructuración de la edificación, el pre-dimensionamiento de los elementos, los metrados de las cargas, la modelación estructural, los criterios, normas y estándares escogidos para el diseño, etc. impactarán directamente en el comportamiento futuro del concreto”.

Relacionados a los Materiales:

Flores L. (21); “La inadecuada selección de los materiales a emplear en la fabricación del concreto también afectarán su posterior desempeño. Todos los materiales empleados en su producción (cemento, agregados, agua y aditivos) deben pasar por un adecuado control de calidad. Debemos estar seguros de su procedencia y confiabilidad para lograr el estándar de diseño requerido. Asimismo un buen diseño de mezclas nos debe asegurar la correcta proporción de cada uno de ellos y, en la obra, la buena práctica constructiva nos acercará a los valores esperados de resistencia y durabilidad”.

Relacionados a la Construcción:

Flores L. (21); “La experiencia de la mano de obra, sumada a una buena supervisión de los procedimientos de construcción, mejorarán el desempeño del concreto. Muchas veces confiamos la producción del concreto a nuestro maestro sin hacer una revisión de las cantidades, tiempos de mezclado procedimientos de transporte, colocación, vibrado y curado del concreto. Recordemos que si empleamos concreto premezclado también debemos tener otras consideraciones y controles en cuenta. La importancia de la relación agua-cemento empleada es el factor más importante para asegurar un concreto durable a futuro”.

n) Factores que causan deterioro en el concreto

Flores L. (21); “El deterioro en las estructuras de concreto está íntimamente ligado a su durabilidad, entendiéndose como durabilidad la capacidad que

tiene el concreto para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, de los ataques químicos o biológicos, de la abrasión y de cualquier otro mecanismo de deterioro”.

n.1. Deterioro por Acciones Físicas

Flores L. (21); “La exposición del concreto a acciones físicas generan cambios volumétricos en él: los cambios de humedad, de temperatura, congelación y deshielo, etc., determinarán cambios en el peso unitario, porosidad y permeabilidad en el concreto. En este contexto, la relación agua/cemento –a/c- de la mezcla tiene mucha importancia en la permeabilidad del concreto, que finalmente será la propiedad que determinará el grado de ataque. A mayor relación a/c, mayor será la permeabilidad debido a la porosidad. Por ello, limitar la relación a/c durante la mezcla y un adecuado curado, disminuirá la permeabilidad de la pasta y con ello la porosidad al interior del material. En consecuencia, podemos incluir en esta primera familia los siguientes tipos de lesiones: Humedad, erosión”.

Daño por Erosión de la superficie.



Figura 3. Daño por Erosión de la superficie.

Descripción del daño

Reyes F. (22); “Pérdida del material que conforma la superficie de una estructura de contención”.

Erosión de la superficie en el cuerpo de la estructura

Posibles causas del deterioro (22)

“Baja calidad del material de la estructura en cuantas características de durabilidad, presencia de sustancias agresivas que atacan a los materiales de la estructura e flujos importantes de agua que generan erosión”. (22)

Nivel de severidad (22)

“Bajo: la pérdida de material es apenas perceptible (menos de 2 cm) y no hay exposición del acero de refuerzo”.

Intervención recomendada. (22)

“Medio: la pérdida de material es apreciable (más de 2 cm). En estructuras de concreto reforzado el refuerzo metálico queda localmente expuesto a la superficie en algunos sectores de la estructura”.

“Alto: la pérdida de material es de más del 10% de la sección de la estructura. En estructuras de concreto deja al refuerzo abiertamente expuesto en varios sectores de la estructura”.

Medición: Se cuantifica el daño haciendo referencia a la superficie afectada en Profundidad.

“Severidad baja y media: reponer el material perdido con inyecciones, parches, irrigaciones o cualquier otro tratamiento superficial que sea acorde con el material de la estructura. Severidad alta: un ingeniero estructural o geotecnista debe evaluar la situación y dar las recomendaciones adecuadas para la recuperación, dependiendo del tipo de estructura y de los daños que se hayan presentado”. (22)

n.2. Deterioro por Acciones Mecánicas

Flores L. (21); “Las acciones mecánicas están directamente asociadas a la aparición de micro-fisuras, fisuras y fallas en el concreto. La exposición a cargas y sobrecargas, deflexiones y movimientos excesivos, impactos previstos o imprevistos, vibraciones y mecanismos de abrasión (como rozamientos, raspado, erosión o cavitación) generarán fisuración y agrietamiento en el concreto”.

“Asimismo, la fisuración está directamente ligada a la durabilidad del concreto, pues ayudará a la penetración de sustancias agresivas al interior, disminuirá la resistencia del concreto a fuerzas cortantes, fomentará la corrosión del refuerzo estructural, etc. En definitiva, podemos mencionar los siguientes tipos de lesiones: grietas, fisuras, deformaciones, desprendimientos y erosión debida a esfuerzos mecánicos”.

Daño por Fisuras (23)



Figura 4. Daño por fisuras.

Osorio J. (23); “Las fisuras en el concreto comúnmente son la consecuencia de factores tales como esfuerzos de tensión que superan los esfuerzos del concreto, deficiencias en los recubrimientos del acero de refuerzo, elementos embebidos en el concreto como tuberías, malas prácticas de colocación y pérdida excesiva de agua que genera contracción en el concreto”.

De acuerdo con lo anterior, las fisuras pueden clasificarse de diversas maneras:

Fisuras estructurales

Osorio J. (23); “Estas fisuras se presentan por deficiencias en el diseño estructural o por prácticas indebidas de procesos constructivos, por las siguientes razones”.

Deficiencias en el proceso de corte de las losas de pavimento o pisos.

Cambio de uso de la estructura.

Corrosión del acero de refuerzo.

Porcentaje de alargamiento del acero de refuerzo.

“Esfuerzos excesivos de tracción y compresión al hormigón por la aplicación de cargas no contempladas en el diseño estructural.

Módulo elástico del concreto teórico tenido en cuenta en los procesos de diseño estructural”. (23)

“Esta tipo de fisuras puede evitarse desde el inicio del proyecto con un diseño que contenga las especificaciones adecuadas y donde se contemplen las condiciones de trabajo del concreto de manera estructural además de las condiciones de durabilidad”.

Fisuras no estructurales

Osorio J. (23); “Este tipo de fisuras son ocasionadas por la contracción del concreto, que se define como la modificación de su volumen debido a la pérdida de una parte del agua utilizada para su elaboración. La contracción del concreto involucra cinco tipos de fenómenos diferentes, los cuales se pueden presentar todos en una estructura, aunque no de manera simultánea, algunos dependen del tiempo, de las características del concreto o de la misma estructura (tipo, dimensiones, esquema de construcción y otras). Se presentan los siguientes tipos de contracción: contracción plástica, contracción química, contracción autógena, contracción térmica inicial y contracción de secado”.

Este tipo de fisuras se puede evitar o disminuir con las siguientes acciones en la obra:

Realizar un buen vibrado al concreto fundido en el elemento.

No adicionar agua sobre el concreto para facilitar la tarea de terminación.

No usar asentamientos superiores a los recomendados por el fabricante.

“Adquirir la costumbre de curar el concreto, dicho proceso busca mantener las condiciones controladas, con el fin de asegurar una hidratación adecuada del cemento y un endurecimiento apropiado del concreto”. (23)

“Evitar o tratar de compensar la evaporación superficial rápida, con medidas de protección y curado, acordes con cada obra y situación climática particular”. (23)

Establecer y cumplir estrictamente un plan de ejecución de las juntas de contracción y construcción.

“Existen contracciones que se presentan una vez colocado el concreto y cesan con el fraguado, otras como la contracción térmica inicial que ocurre normalmente en las primeras semanas de vida del concreto, y otras más, como la contracción de secado que se desarrolla en la estructura a largo plazo y que puede tardar años en completarse. La contracción final total de un elemento estructural es la sumatoria de todos los tipos parciales de contracción que hayan tenido lugar”. (23)

Daño por Agrietamiento en canales (22)



Figura 5. Daño por agrietamiento en canales.

Descripción del daño

Reyes F. (22); “Presencia de hendidura o abertura longitudinal, de ancho mayor de 1.5 mm, que se hace en un cuerpo sólido producido por diferentes causas tales como acciones exteriores o por defectos del material”.

Posibles causas del deterioro

Reyes F. (22). “Movimientos del terreno que inducen sobreesfuerzos sobre los materiales que conforman los canales, daños por actividades antrópicas, por empuje de tierras, deficiencia constructiva o de diseño, retracción por secado del material y por ausencia de juntas constructivas”.

El agrietamiento puede producirse en el concreto en estado plástico y/o en el concreto endurecido.

Las grietas que se producen en el concreto en estado plástico se deben básicamente a lo siguiente:

- Movimiento de la cimbra durante la etapa de endurecimiento de concreto.
- Contracción del concreto por asentamientos alrededor del refuerzo, en obstrucciones o alrededor de los agregados.
- Contracción plástica (durante el fraguado)

En el concreto endurecido el agrietamiento puede deberse a lo siguiente:

CAUSAS QUÍMICAS:

- Composición del cemento o carbonatación
- Reactividad de los agregados

CAUSAS FÍSICAS:

- Contracción por secado
- Contracción térmica
- Calor de hidratación
- Variaciones externas de temperatura
- Concentraciones de esfuerzos
- Refuerzo
- Flujo plástico
- Forma estructural (esquinas de aberturas)
- Daños como consecuencia de meteorización, erosión, humedad, impactos, desgaste, entre otros.

DISEÑO ESTRUCTURAL:

- Cargas mal consideradas

- Asentamientos diferenciales
- Mala disposición de las juntas

ACCIDENTALES:

- Sobrecargas
- Vibraciones
- Sismos
- Incendios

Proceso de agrietamiento.

Como se mencionó, para poder encontrar la solución es necesario primero conocer la causa. Por ejemplo, en una barra de concreto, de una longitud L , en una condición de temperatura y humedad y libre de esfuerzos, se seca y se enfría sin restricciones, sufrirá una contracción, disminuyendo su longitud, sin desarrollar esfuerzos, por lo tanto sin agrietamiento. Pero, si la misma barra, antes de someterla a un proceso de secado o enfriamiento, se empotra en los extremos, al ocurrir la contracción se produce un esfuerzo de tensión y si éste resulta mayor que la resistencia a tensión del concreto se produce el agrietamiento, pues durante el secado además de producirse la contracción, el concreto desarrolla resistencia y simultáneamente el fenómeno de flujo plástico el cual tiende a disminuir el esfuerzo a tensión: cuando el esfuerzo a tensión neto a cualquier edad iguala a la resistencia del concreto se genera la grieta.

Factores que afectan el agrietamiento

Sucede por dos tipos de variables, las debidas al concreto mismo, sus componentes y en segundo lugar, por las variables externas.

VARIABLES EN EL CONCRETO

Agua: A mayor cantidad de agua, mayor será la tendencia al agrietamiento pues se incrementa la contracción y se reduce la resistencia.

Cemento: En general, mientras más alto sea el consumo de cemento igualmente es mayor la probabilidad de agrietamiento. Los cementos finamente molidos o de resistencia rápida muestran más contracciones altas, pero debido a que simultáneamente desarrollan resistencia resulta poco frecuente que se presenten grietas cuando el concreto se encuentra en estado Plástico.

Agregados: La granulometría forma y textura de los agregados afectan en forma variable las proporciones y con ello la tendencia a la contracción. Mientras más pequeño sea el tamaño máximo del agregado mayor será la contracción del concreto para una misma resistencia, al requerir más pasta para cubrirlos. Las partículas grandes de agregado, por otra parte, restringen localmente la contracción en superior grado que las partículas pequeñas.

Aditivos: Los reductores de agua disminuyen la contracción por secado, los retardantes incrementan la deformabilidad del concreto en estado plástico disminuyendo el agrietamiento. Los aditivos

acelerantes, en general, aumentan la contracción, pero como sube la resistencia y el flujo plástico, no siempre ocasionan agrietamiento.

El flujo del agua hacia arriba en el concreto fresco produce zonas de pasta aguada debajo de las partículas de grava grandes y del acero de refuerzo, principalmente en losas de mucho peralte, ocasionando zonas débiles, lo cual causa grietas internas.

Curado: El secado rápido del concreto fresco en losas puede provocar que la velocidad de evaporación exceda a la de sangrado, con lo que la superficie del concreto sufre una contracción por secado restringida por la capa inferior, generando grietas por contracción plástica.

Temperatura: La temperatura ambiente afecta la velocidad de secado del concreto en estado fresco, así como la velocidad de endurecimiento; por otra parte, establece la longitud «base» durante las primeras horas, hasta que el concreto desarrolla cierta rigidez. A partir de esta longitud «base» los cambios de temperatura producen cambios volumétricos, y por consiguiente, un potencial agrietamiento.

Nivel de severidad

Bajo: grietas cerradas y algunas pocas abiertas con separación menor a 3 mm.

Medio: varias grietas cerradas y abiertas con separación entre 3 mm y 5 mm sin deformación de la estructura.

Alto: grietas prominentes o series de grietas abiertas con separación mayor a 5 mm, con posible deformación de la estructura de drenaje.

Medición

Reyes F. (22); “El daño se medirá por el grosor (mm) de grietas”.

Intervención recomendada

“Severidad baja y media: sellado con materiales epóxicos o material bituminoso, si se trata de canales en concreto”. (22)

“Severidad alta: un ingeniero estructural evaluará los daños y determinará las acciones que se van a tomar o, en caso extremo, su demolición y reemplazo”. (22)

n.3. Deterioro por Acciones Químicas

Flores L. (21); “Durante su vida útil, es posible que la estructura de concreto esté sujeta a ataques químicos, siendo los más desfavorables el ataque de ácidos, la lixiviación por aguas blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas o sulfatos y reacciones álcali-agregado, entre otras. Tan pronto se dé la reacción entre el concreto y el agente químico, el concreto comenzará a descomponerse en la medida que su permeabilidad lo permita. La adecuada compactación, sumada a una baja relación a/c y curado, favorecerán la compacidad del concreto y una menor permeabilidad. Los tipos más destacados que podemos agrupar aquí son los siguientes: Eflorescencias (generación de cristales), oxidaciones y corrosiones”.

Daño: Eflorescencia



Figura 6. Daño por eflorescencia.

Flores L. (21); “Son cristales de sales, generalmente de color blanco, que se depositan en la superficie de ladrillos, tejas y pisos cerámicos o de hormigón. Algunas sales solubles en agua pueden ser transportadas por capilaridad a través de los materiales porosos y ser depositadas en su superficie cuando se evapora el agua por efecto de los rayos solares y/o del aire.

Intervención recomendada”.

“El método más sencillo consiste en disolver los cristales con agua a presión y retirarlos con un cepillo de cerdas naturales. Para realizar este tipo de limpieza se debe elegir un día caluroso para que el agua se evapore y la superficie quede seca. En caso contrario, las sales se disolverán de nuevo en el interior de ésta. Si los cristales no se disuelven con el agua hay que utilizar un limpiador de ácido clorhídrico. Otra opción menos agresiva con los revestimientos cerámicos es el vinagre. Ambos productos se deben aplicar a presión”.

Cuando las sales se recristalizan y se endurecen es necesario recurrir a cepillos de púas metálicas o a cepilladoras eléctricas.

En ocasiones, las sales se encuentran en disolución dentro del mortero o de las piezas cerámicas. En estos casos, la misma lluvia y el paso tiempo hacen desaparecer los cristales.

Para evitar que las eflorescencias vuelvan a salir conviene impermeabilizar la zona afectada una vez que ha sido tratada

Posibles causas del deterioro

Flores L. (21); “Este fenómeno se puede producir cuando los materiales de los muros, revestimientos o pavimentos son porosos y contienen sales solubles. También pueden aparecer en superficies que sufren infiltraciones de agua o humedad por capilaridad, o con problemas de condensación”.

“A grandes rasgos, se puede hablar de dos tipos de eflorescencias. La primaria, que se forma en las obras recién terminadas y que desaparece pasados varios meses; y la secundaria, más difícil de eliminar, y que tiene su origen en la porosidad de los materiales utilizados durante la construcción de la vivienda, y en humedades permanentes” (21)

n.4. Deterioro por Acciones Biológicas

Flores L. (21); “Los organismos o micro-organismos, vivos o muertos, adheridos a la superficie del concreto son factores que causan deterioro en el concreto y corrosión en el acero. La acción metabólica de los

organismos favorecerá la formación de una biocapa compuestas por excreciones de sustancias ácidas y polisacáridos, sumado a la descomposición de los organismos muertos. Esta biocapa se fijará en la superficie y permitirá el ingreso, a través de los mecanismos de absorción capilar en el concreto, de productos que alterarán la química del concreto, generando deterioro en él. Una continua limpieza de la superficie evitará la proliferación de los microorganismos, así como el control de la humedad del entorno. Entre los daños tenemos a los cultivos biológicos y la vegetación”.

Cultivos Biológicos:

“Por su rugosidad, el concreto es un material biorreceptivo, pues su superficie ayuda la aparición y formación de colonias de microorganismos que, no solo mancharán la superficie, sino que pueden causar deterioro en el concreto al ingresar por los mismos poros”. (21)

Daño por vegetación.



Figura 7. Daño por vegetación.

Descripción del daño

Reyes F. (22); “Crecimiento de vegetación en las juntas de la estructura o en cercanías, que por el crecimiento de sus raíces causa daños en la obra”.

Posibles causas del deterioro

“Siembra no controlada de especies no nativas o agresivas cerca de la obra, ambientes húmedos propicios para el crecimiento de vegetación en pequeños espacios de la estructura, ausencia o deficiencia en la limpieza periódica de las obras”. (22)

Nivel de severidad

Bajo: la vegetación presente causa daños menores, especialmente estéticos.

Medio: los daños causados por la vegetación corresponden a fisuramientos que se pueden atender con tratamientos de superficie.

Alto: presencia de arbustos o árboles que han causado el rompimiento o agrietamiento que afecta la estabilidad de la obra.

Medición

El área de la superficie afectada se medirá en metros cuadrados (m²).

Intervención recomendada.

Retiro de la vegetación causante de los daños y toma de las medidas biológicas necesarias para el control del crecimiento de estas especies.

Sellado de grietas.

En caso de severidad alta, se deberá hacer un estudio detallado de la afectación de la obra para determinar las medidas de control necesarias.

Tabla 4. Resumen de los niveles de severidad de las patologías identificadas.

NIVELES DE SEVERIDAD DE LAS PATOLOGÍAS IDENTIFICADAS			
TIPOS DE PATOLOGÍA	PATOLOGÍAS	NIVEL DE SEVERIDAD	ESPECIFICACIONES DEL NIVEL DE SEVERIDAD
FISICAS	EROSIÓN Según Monjo J. (24)	LEVE	Cuando la estructura se encuentra afectada en un porcentaje menor a un 5% de su espesor.
		MODERADO	Cuando la estructura se encuentra afectada entre 6% y 20% del espesor del elemento.
		SEVERO	Cuando la estructura se encuentra afectado en más del 20% de su espesor. Fallo estructural.
MECANICAS	FISURAS Según Monjo J. (24)	LEVE	Fisuras con ancho entre 0.2 mm a 0.6 mm.
		MODERADO	Fisuras con ancho entre 0.7 mm a 1 mm.
		SEVERO	Fisuras con anchos mayores a 1.1 mm y 1.5 mm o más.
	GRIETAS Según Reyes F. (22)	LEVE	Presencia de grietas con ancho entre 1.6 mm a 2 mm.
		MODERADO	Presencia de grietas con ancho entre 2.1 mm a 4 mm.
		SEVERO	Presencia de grietas con ancho mayor a 4 mm.
QUÍMICAS	EFLORESCENCIA Según Flores L. (21)	LEVE	Leves eflorescencias de color blanco y parduzco, presencia leve de humedad y pequeñas manchas producidas por la cristalización de sales; presenta un área afectada menor al 5% del área total del elemento.
		MODERADO	Presencia de humedad y gran cantidad de cristalizaciones de sales afectando la integridad del elemento, presencia de pequeñas erosiones en el elemento; con un área afectada entre el 6% y 15% del área total del elemento.
		SEVERO	Abundante humedad con presencia de cristalizaciones de sales, ocasionando grandes daños como la desintegración y pequeñas erosiones en el elemento; con un área afectada mayor del 16% del área total del elemento.
BIOLOGICAS	VEGETACION (MUSGOS) Según Giraldo S.	LEVE	Afectado hasta un 5% del área total del elemento.
		MODERADO	Afectado entre el 6% y 20% del área total del elemento.
		SEVERO	Afectado en más del 20% del área total del elemento.

III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación que se utilizó fue la no experimental, porque las unidades muestrales no fueron analizadas en el laboratorio; y de corte transversal, porque se efectuó el análisis en un solo periodo de tiempo definido en junio del 2018.

El diseño de la investigación utilizada nos indicó como abordar metodológicamente, acorde al tipo y nivel de la investigación, al alcance del objetivo general y los objetivos específicos; con la finalidad de recolectar la información necesaria para responder al problema de la investigación.

Tipo de investigación

La investigación desarrollada fue de tipo descriptivo, de enfoque cuantitativo y cualitativo, es decir de tipo mixto, no experimental y de corte transversal lo cual nos permitió describir la variable de investigación, para luego ser analizada e interpretada.

Nivel de la investigación

Fue el descriptivo, acorde al tipo de investigación, es decir se describió a la variable de estudio tal como se observó.

El procedimiento a utilizar, para el desarrollo del proyecto será:

(1) Recopilación de información previa:

- Búsqueda, ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes que ayuden a cumplir con los objetivos de este proyecto (Proyecto original, modificaciones, usos, elementos colindantes, condiciones de contorno).

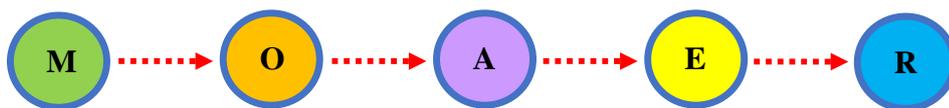
(2) Inspección de campo y toma de datos:

- Detectar e identificar las lesiones patológicas; luego registrar en la ficha de inspección de campo por unidades de muestra, según su clase, severidad y área afectada.
- Levantamiento gráfico y recuento fotográfico de las lesiones.

(3) Análisis y evaluación del proceso patológico:

- Analizar y evaluar la información recopilada durante la inspección de campo.
- Describir e interpretar los resultados del estudio patológico realizado.
- Establecer el diagnóstico del estado de las estructuras evaluadas.
- Elaborar las conclusiones y recomendaciones del estudio efectuado.

Por lo tanto el esquema del diseño de investigación que se aplicará es el siguiente:



Donde:

M: MUESTRA

A: ANALISIS

O: OBSERVACION

E: EVALUACION

R: RESULTADOS

M: Muestra. Mediante la inspección visual del canal de riego y en los tramos afectados se realizó la extracción de las muestras de estudio, para lo cual dichas muestras fueron representativas de la población.

O: Observación. Las muestras extraídas fueron examinadas y se logró identificar las patologías y se clasificaron por su grado de severidad.

A: Análisis. Las muestras fueron registradas y luego procesadas en fichas de evaluación de la unidad muestral.

E: Evaluación. Se realizó la evaluación de los diferentes tipos de patologías que afectan el canal de riego y se obtuvo la condición de servicio.

R: Resultado. Finalmente, luego de evaluar los tipos de patologías se logró determinar los niveles de severidad y el grado de afectación del canal de riego; para lo cual se realizó un informe patológico considerando las formas de reparación, reconstrucción, operación y mantenimiento.

3.2. Población y muestra.

3.2.1. Población.

En la presente investigación, la población estuvo dado por 6770m en el canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.

3.2.2. Muestra.

En la presente investigación, la muestra de estudio estuvo dado por 1000m.

Muestreo

Las unidades muestrales fueron seleccionadas de cada 20m, y que consto de 13 unidades muestrales, estas fueron elegidas de manera tal donde había la mayor cantidad de daños, seleccionadas en función de las juntas de dilatación que están separadas de 4m cada una; para lo cual el canal de riego se clasifico en 03 elementos: margen izquierdo, fondo de canal y margen derecho; estos elementos fueron evaluados para cada tipo de patologías de la siguiente manera:

Tabla 5. Distribución de las Unidades Muestrales.

UNIDAD MUESTRAL	UBICACIÓN			LONGITUD (m)
	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	Nº DE PAÑOS	
UM - 01	5+000	5+020	5	20
UM - 02	5+080	5+100	5	20
UM - 03	5+160	5+180	5	20
UM - 04	5+220	5+240	5	20
UM - 05	5+300	5+320	5	20
UM - 06	5+380	5+400	5	20
UM - 07	5+460	5+480	5	20
UM - 08	5+540	5+560	5	20
UM - 09	5+620	5+640	5	20
UM - 10	5+700	5+720	5	20
UM - 11	5+840	5+860	5	20
UM - 12	5+920	5+940	5	20
UM - 13	5+980	6+000	5	20

3.3. Definición y operacionalización de variables.

Variable: Es el término teórico representativa de un elemento no desarrollado comprendido en un conjunto. Este conjunto constituido por todos los elementos o variables, que pueden sustituirse unas a otras es el universo de variables. Se llaman así porque varían, y esa variación es observable y medible.

Definición conceptual: Es la que se consigue de los textos, obras o diccionarios. Debe manifestar atributo y características. La diferenciación debe ser una característica o grupo de características que estén presentes.

Dimensiones: El concepto tiene diversos usos de acuerdo al argumento. Puede tratarse de una característica, una circunstancia o una fase de una cosa o de un asunto.

La definición operacional: Es la que construye o se acomoda de otras, a partir de las características observables del fenómeno; indicando los elementos concretos, empíricos o indicadores del hecho que se investigará.

Indicadores: Es algo que identifica o que sirve para reconocer. Este verbo, por su parte, refiere a significar o mostrar algo con señales o indicios.

Tabla 6. Cuadro de definición y operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Definición Operacional	Indicadores
Patologías en el concreto del canal de riego.	“La patología del concreto puede definirse como el estudio sistemático de los procesos y características de los daños que puede sufrir el concreto, sus causas, consecuencias y soluciones”. (Silva O. (19)	Tipos de patologías que presentan las estructuras de concreto del canal de riego: <ul style="list-style-type: none"> • Erosión • Hundimiento • Fisuras • Grietas • Rotura • Sello de Junta • Eflorescencia • Vegetación 	Mediante una inspección visual, utilizando la ficha técnica de evaluación se determinará el deterioro patológico en las estructuras hidráulicas de concreto del canal de riego.	Tipos de Patología Área afectada Nivel de severidad: <ul style="list-style-type: none"> • Leve • Moderado • Alto

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnica de recolección de datos

Para el presente estudio se utilizó la técnica de observación in situ como paso fundamental de esta inspección visual; de tal forma que, se obtenga la información necesaria para identificar, clasificar; lo que finalmente va servir para su posterior análisis y evaluación de cada una de las patológicas que afectan a las estructuras del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja en el distrito de Yungar.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos.

Para la recolección de información se empleó la ficha técnica de inspección, en la cual se registró las patologías siguiendo el siguiente plan:

- Se llevó los siguientes instrumentos para registrar las patologías: GPS, wincha y cámara fotográfica para registrar las lesiones.
- Regla, para establecer las dimensiones de fisuras y grietas.
- Se recogió la información de las patologías en el concreto del canal de riego existentes, para lo cual se realizaron las observaciones in situ en las progresivas seleccionadas en la unidad muestral; estas anotaciones, mediciones y descripción de las características de las patologías halladas fueron anotadas en la guía de observación, de acuerdo a la clasificación indicada.
- Las observaciones de las patologías en el concreto del canal de riego fueron medidas en cuanto a largo y ancho; para lo cual se tomaron las fotografías correspondientes.

3.5. Plan de análisis.

El plan de análisis adoptado, estuvo referido a lo siguiente:

- El análisis se realizó, teniendo en cuenta la ubicación de la zona de estudio, de acuerdo a las progresivas en las que se encontró las unidades muestrales.
- Evaluando de manera general, el canal de riego se clasifico en 3 elementos, tales como: margen izquierdo (MI), fondo de canal (FC) y margen derecho (MD), identificando los diferentes tipos de patologías

encontradas se realizaron los cuadros de evaluación.

- Los cuadros, gráficos y planos fueron elaborados a través de los programas de Microsoft Excel, Microsoft Word y AutoCAD, lo cual según el caso fueron acompañados de una descripción e interpretación, fundamentada en el marco teórico.
- La información se presentó en cuadros, gráficos y/o resúmenes donde se formularon apreciaciones objetivas y sustentadas en los porcentajes de afectación de los elementos del canal de riego, según la clasificación de las patologías.
- La información recopilada de cada unidad muestral fue procesada en la ficha de evaluación para los 3 elementos según la clasificación que se hizo del canal de riego; es decir para cada elemento del canal se determinó el nivel de severidad de los tipos de patologías presentes, para luego determinar el nivel de severidad de la unidad muestral en su conjunto, para ello fue necesario analizar cada tipo de patología y ver en qué medida afecta la condición de servicio del canal de riego y considerar el nivel de severidad de acuerdo al criterio de clasificación máximo; de la siguiente manera (severo > moderado > leve).
- Determinación general del estado en el que se encuentra el canal de riego después de los resultados obtenidos en los cuadros estadísticos.

3.6. Matriz de consistencia.

Tabla 7. Matriz de consistencia.

TITULO: DETERMINACION Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH – 2018				
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO y CONCEPTUAL	METODOLOGÍA	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
<p>ENUNCIADO DEL PROBLEMA: ¿En qué medida la “Determinación y evaluación de las patologías en el concreto del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, Departamento de Áncash”, nos permitirá medir el nivel de severidad o afectación de las patologías encontradas en dicha infraestructura para determinar la condición de servicio?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar y evaluar las patologías en el concreto del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, Departamento de Áncash, para determinar la condición de servicio.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los tipos de patologías que existen en el canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, Departamento de Áncash. 	<p>EVALUACION DE LA PATOLOGIA EN EL CONCRETO DEL CANAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes Internacionales • Antecedentes Nacionales • Antecedentes Locales <p>Bases teóricas:</p> <p>Canal: Clasificación de los Canales De acuerdo con su origen los canales se clasifican en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Canales naturales • Canales artificiales • Canales de riego por su función. <p>Elementos básicos en el diseño de canales.</p> <p>Concreto y sus componentes: Definición del concreto Propiedades del concreto Cemento Agregado Agua</p>	<p>TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>Tipo de Investigación. El estudio es de tipo descriptivo, de enfoque cuantitativo y cualitativo, es decir de tipo mixto y de corte transversal</p> <p>Nivel de Investigación de la tesis. El nivel de la investigación es descriptivo, puesto que el objeto en estudio (Canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar), será observado en un entorno completamente natural e invariable, sin alterar su estructura y funcionalidad.</p> <p>Diseño de la Investigación Descriptivo, no experimental y de corte seccional o transversal.</p> <p>Diseño de la investigación: Descriptivo M ---- O ----- A ---- E ---- R</p> <p>M: Muestra, O: Observación, A: Análisis, E: Evaluación, R: Resultados</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fernández de Castro Suarez E. Propuestas Metodológicas para la caracterización de testigos de presa con problemas expansivos. Tesis de master- Ingeniera Estructural y de la construcción. Barcelona España: Universitat Politècnica de Catalunya; 2012. 2. Crespo Pérez D. Propuesta de Procedimiento para la Evaluación y Diagnóstico de obras Hidráulicas. Trabajo de Diplomado. Santa Clara Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Ingeniería Hidráulica; 2015. 3. Ortíz Pedraza HC. Evaluación de las patologías en planta potabilizadoras de la ciudad de Santa Clara. Trabajo de Diplomado. Santa Clara Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Ingeniería Hidráulica; 2016. 4. Córdova Carhuapoma R. Mejoramiento del Sistema Hidráulico de riego del Caserío de Mossa-Distrito Santa Catalina de Mossa- provincia de Morropon - Piura. tesis para optar Título profesional

	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar los distintos tipos de patologías, mediante los resultados de la investigación; el grado de severidad o afectación de las lesiones patológicas que presentan los elementos del canal de riego. • Conocer la condición de servicio del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja. 	<p>Aditivos</p> <p>Mezclado, transporte, colocación y curado del concreto.</p> <p>Diseño estructural de obras hidráulicas.</p> <p>Tipos de obras hidráulicas.</p> <p>Calidad de concreto, agrietamiento y juntas.</p> <p>Patologías del Concreto</p> <p>Importancia del estudio de las Patologías en Canales.</p> <p>Principales patologías que se presentan en las obras hidráulicas.</p> <p>Daños posibles en las estructuras de concreto.</p> <p>Factores que causan defectos en el concreto.</p> <p>Factores que causan deterioro en el concreto.</p> <p>Deterioro por Acciones Físicas.</p> <p>Daño por Erosión de la superficie</p> <p>Deterioro por Acciones Mecánicas.</p> <p>Daño por Fisuras</p> <p>Daño por Agrietamiento en canales</p> <p>Daños por Rotura en canal</p> <p>Deterioro por Acciones Químicas.</p> <p>Daño por Eflorescencia</p> <p>Deterioro por Acciones Biológicas.</p> <p>Daño por vegetación.</p>	<p>La población y muestra.</p> <p>Población.</p> <p>En la presente investigación, la población de estudio está dado por 6+770km en el canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.</p> <p>Muestra.</p> <p>En la presente investigación, en el canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash; la muestra de estudio está dado por 1km.</p> <p>Unidad de análisis</p> <p>Son cada una de las unidades muestrales tomadas para su evaluación.</p> <p>Definición y operacionalización de las variables:</p> <p>Variable</p> <p>Definición conceptual</p> <p>dimensiones</p> <p>Definición operacional</p> <p>indicadores</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de información</p> <p>Técnica: La observación</p> <p>Instrumento: Ficha de evaluación</p> <p>Plan de análisis</p> <p>Principios éticos</p>	<p>de ingeniero Agrícola. Piura: Universidad Nacional de Piura, Ingeniería Agrícola; 2014.</p> <p>5.Solsol Robles AR. "Análisis de Costos en el proceso Construtivo del canal Cullicocha-Chaquicocha ubicado en área protegida (Parque Nacional Huascarán". Tesis para optar el título de Ingeniería Agrícola. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de ingeniería Agrícola; 2015.</p>
--	--	---	---	---

3.7. Principios Éticos.

Los principios éticos en los que se basa esta investigación, procedente del código de ética de la universidad son:

a) Principios que rigen la actividad investigadora

- **Protección a las personas.**- La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesitan cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.
- **Beneficencia y no maleficencia.**- Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.
- Justicia.
- Integridad científica
- Consentimiento informado y expreso

b) Buenas prácticas de los investigadores.

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

- El investigador debe ser consciente de su responsabilidad científica y profesional ante la sociedad. En particular, es deber y responsabilidad personal del investigador considerar cuidadosamente las consecuencias que la realización y la difusión de su investigación implican para los

participantes en ella y para la sociedad en general. Este deber y responsabilidad no pueden ser delegados en otras personas.

- En materia de publicaciones científicas, el investigador debe evitar incurrir en faltas deontológicas por las siguientes incorrecciones: 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 y publicar repetidamente los mismos hallazgos.
- Las fuentes bibliográficas utilizadas en el trabajo de investigación deben citarse cumpliendo las normas APA o VANCOUVER, según corresponda; respetando los derechos de autor.
- En la publicación de los trabajos de investigación se debe cumplir lo establecido en el Reglamento de Propiedad Intelectual Institucional y demás normas de orden público referidas a los derechos de autor.
- El investigador, si fuera el caso, debe describir las medidas de protección para minimizar un riesgo eventual al ejecutar la investigación.
- Toda investigación debe evitar acciones lesivas a la naturaleza y a la biodiversidad.
- El investigador debe proceder con rigor científico asegurando la validez, la fiabilidad y credibilidad de sus métodos, fuentes y datos. Además, debe garantizar estricto apego a la veracidad de la investigación en todas las etapas del proceso.
- El investigador debe difundir y publicar los resultados de las investigaciones realizadas en un ambiente de ética, pluralismo ideológico

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

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

Aspectos éticos de la investigación cualitativa (Manuel G, 2002.)

“Los aspectos éticos están en la credibilidad, porque es muy bajo el impacto de la ciencia si ésta no es creíble. Eso indica la necesidad de hacer buena ciencia. Buena ciencia significa una ciencia oportuna, fiable y pertinente. Y las características de fiabilidad (validez/legitimidad) y pertinencia tienen que ver con los métodos. Tal es el tema de una discusión que renace en las últimas décadas y que ahora se intensifica con respecto a la investigación cualitativa.”

“El ejercicio de la investigación científica y el uso del conocimiento producido por la ciencia demandan conductas éticas en el investigador y en el maestro. La conducta no ética carece de lugar en la práctica científica. Debe ser señalada y erradicada. Aquel que con intereses particulares desprecia la ética en una investigación, corrompe a la ciencia y a sus productos y se corrompe a sí mismo. Existe un acuerdo general en que hay que evitar conductas no éticas en la práctica de la ciencia. Es mejor hacer las cosas bien que hacerlas mal.

IV. RESULTADOS

5.1. Resultados

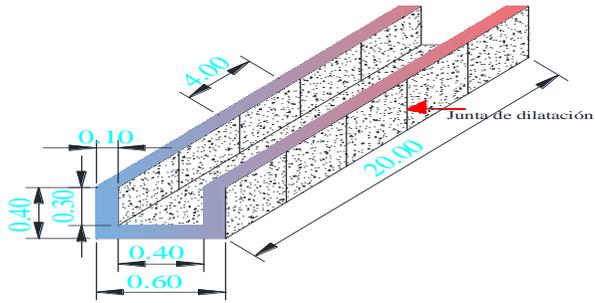
El objetivo principal de la presente investigación fue determinar y evaluar las patologías que presenta el canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, Departamento de Áncash”, por lo cual presentamos a continuación los resultados de los datos obtenidos de manera objetiva y lógica mostrados a través de tablas y gráficos descritos e interpretados.

Cabe mencionar que en este capítulo se incluyen los resultados por cada unidad muestral evaluada en función:

- Tipos de patologías presentes en cada uno de los elementos del canal de riego y en su conjunto por cada unidad muestral.
- El nivel de severidad de las patologías en cada uno de los elementos del canal de riego y en su conjunto.
- El porcentaje de área afectada en cada uno de los elementos del canal de riego, así como también el área total afectada por cada unidad muestral, para determinar la condición de servicio.

Fichas de evaluación de datos por cada Unidades Muestrales.

Tabla 8. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 01.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO												
UNIDAD MUESTRAL N° 01												
			DETERMINACION Y VALUACION DE LAS PATOLOGIAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018									
AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO		ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO			LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m2	LONGITUD: 20 m					
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+000 - 5+020		MARGEN IZQUIERDO: 0.30m	FONDO DE CANAL: 0.40 m	MARGEN DERECHO: 0.30 m					
FECHA:		10/06/2018		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD								
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m2)	VEGETACION (m2)		
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS					LEVE (L)	(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)		
1. FISURA	3. EROSION		5. VEGETACIÓN		MODERADO (M)	(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)		
2. GRIETA	4. EFLORESCENCIA				SEVERO(S)	(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)		
				ELEMENTO	AREA (m2)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	% AREA AFECTADA (m2)	% AREA NO AFECTADA (m2)	
				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	LEVE	0.02	4.39	0.28%	73.09%	
		GRIETA	MODERADO	0.02	0.33%							
		EROSION	LEVE	0.68	11.30%							
		EFLORESCENCIA	MODERADO	0.90	15.00%							
		VEGETACION										
PLANO ISOMETRICO DEL CANAL - FOTOGRAFIA 				FONDO DE CANAL	8.00	FISURA		3.20		60.00%	40.00%	
						GRIETA						
						EROSION	MODERADO		4.80			
						EFLORESCENCIA						
						VEGETACION						
MARGEN DERECHO					6.00	FISURA	LEVE	0.02	5.05	0.30%	84.16%	
						GRIETA						
						EROSION	LEVE	0.41		6.79%		
						EFLORESCENCIA	MODERADO	0.53		8.75%		
						VEGETACION						
RESULTADO FINAL							TOTAL AREA AFECTADA (m2)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m2)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA		
							7.37	12.64	36.83%	63.18%		
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL							MODERADO					

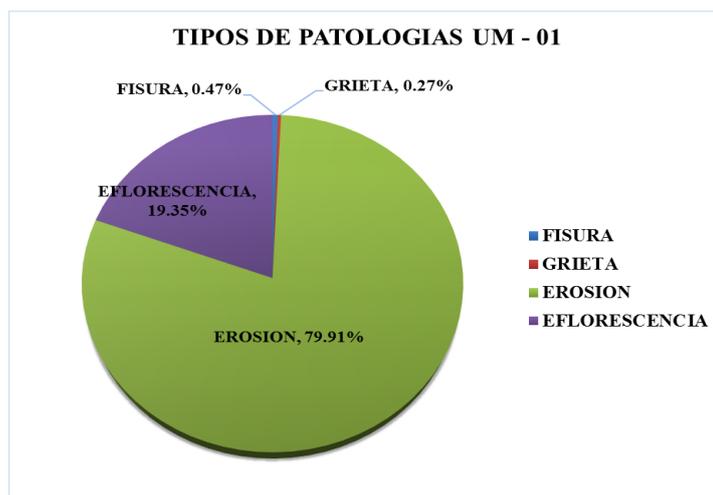


Gráfico 5. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 01

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 01 son: fisuras, grietas, erosión y eflorescencia.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 79.91% moderado, seguido de la eflorescencia con 29.35% moderado, los de menor presencia son: fisura con 0.47% leve y la grieta con 0.27% moderado.

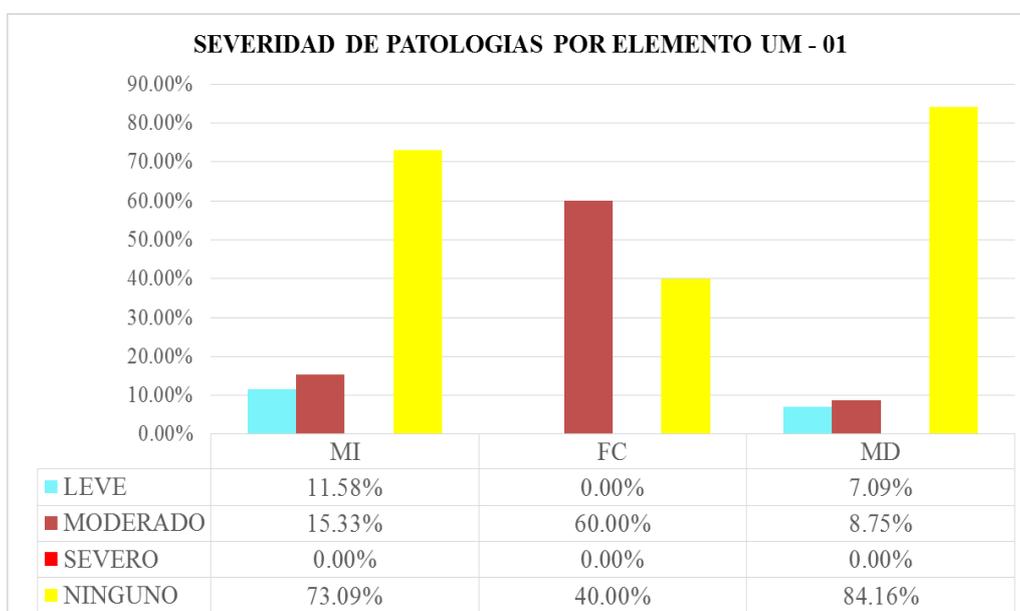


Gráfico 6. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 01.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 01 es moderado.

En el gráfico 6, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 15.33% y la patología leve es de 11.58%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderada es de 60% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología moderada es 8.75% y la patología leve es de 7.09%.

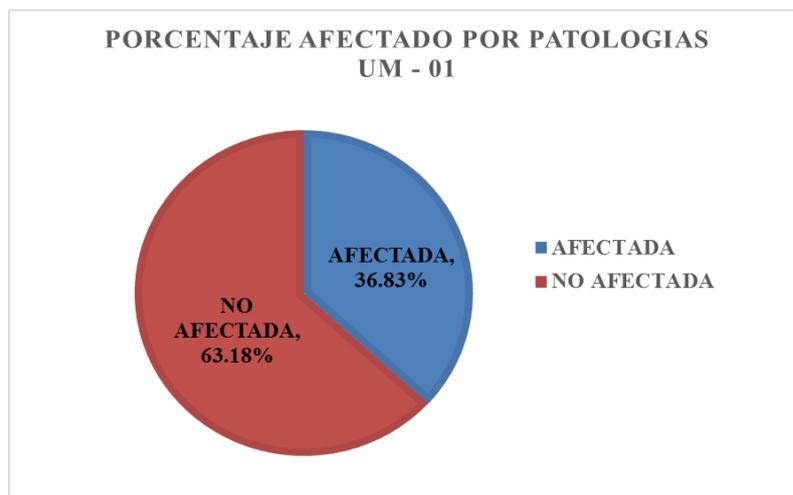


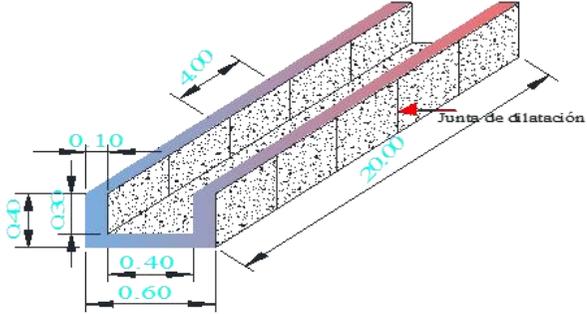
Gráfico 7. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 01.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 01 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, Departamento de Áncash, está conformada por un tramo de 20 metros lineales, esto está dividida por 05 paños de 4 m cada una, lo cual comprende un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 36.83% (7.36 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 63.18% (12.64 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el gráfico 7 y tabla 8.

Tabla 9. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 02.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 02											
		DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018									
		AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO		ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO		LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m			
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+080 - 5+100		MARGEN IZQUIERDO: 0.30m	FONDO DE CANAL: 0.40 m	MARGEN DERECHO: 0.30 m				
		FECHA:	10/06/2018		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD						
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m ²)	VEGETACION (m ²)	
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS					LEVE (L)	(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	
1. FISURA		3. EROSION			MODERADO (M)	(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)	
2. GRIETA		4. EFLORESCENCIA			SEVERO(S)	(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)	
5. VEGETACIÓN				ELEMENTO	AREA (m ²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)
					MARGEN IZQUIERDO	6.00	FIURA	MODERADO	0.04	3.98	0.70%
				GRIETA			SEVERO	0.23	3.83%		
EROSION	LEVE	0.90	15.00%								
EFLORESCENCIA	MODERADO	0.75	12.50%								
VEGETACION	LEVE	0.10	1.67%								
FONDO DE CANAL				8.00	FIURA			4.00	50.00%	50.00%	
					GRIETA						
					EROSION	LEVE	4.00				
					EFLORESCENCIA						
					VEGETACION						
MARGEN DERECHO				6.00	FIURA	LEVE	0.03	5.17	0.50%	86.17%	
					GRIETA						
					EROSION	LEVE	0.50		8.33%		
					EFLORESCENCIA	LEVE	0.30		5.00%		
					VEGETACION						
RESULTADO FINAL								TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA
								6.85	13.15	34.26%	65.74%
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL								MODERADO			

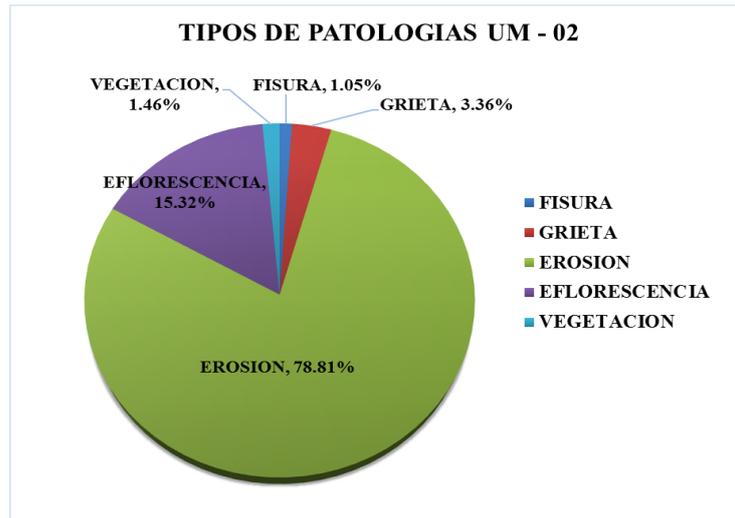


Gráfico 8. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 02.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 02 son: fisuras, grietas, erosión, eflorescencia y vegetación.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 78.81% leve, seguido de la eflorescencia con 15.32% moderado, los de menor presencia son: grieta con 3.36% severo, vegetación con 1.46% leve y fisura con 1.05% moderado.

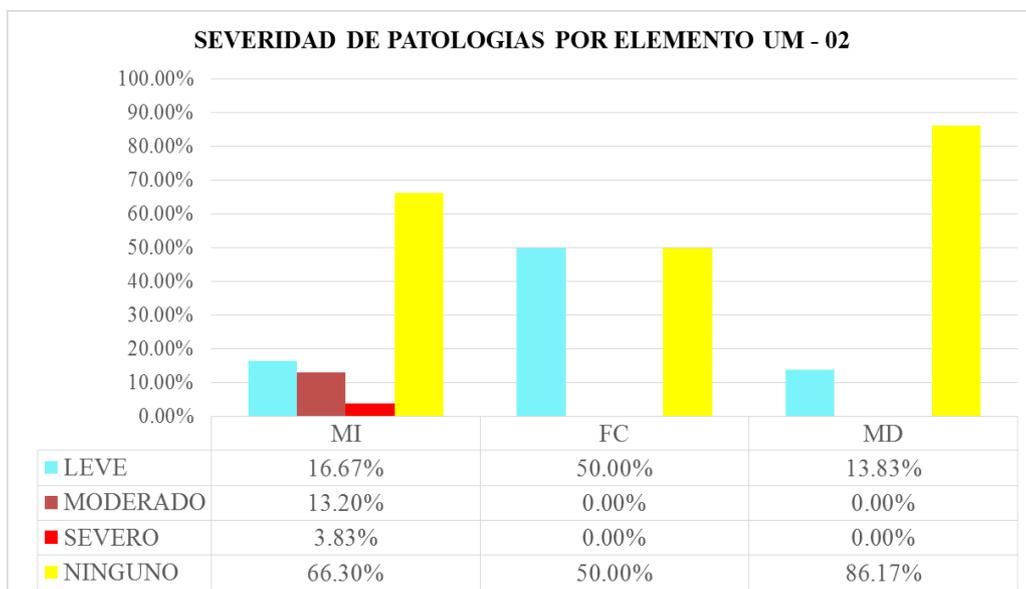


Gráfico 9. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 02.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 02 se considera moderado debido a que el margen izquierdo no afecta en gran proporción la conducción del agua.

En el gráfico 9, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología severa es de 3.83%, la patología moderada es de 13.20% y la patología leve es de 16.67%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología leve es de 50% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 13.83%.

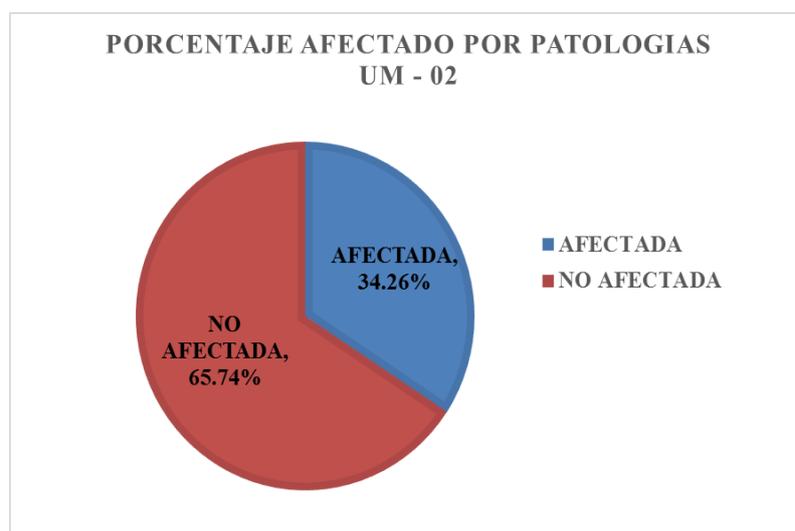


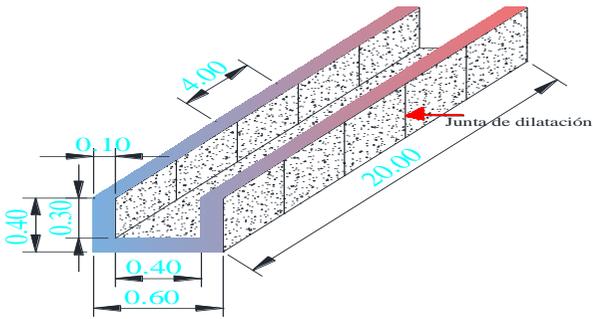
Gráfico 10. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 02.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 02 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 34.26% (6.85 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 65.74% (13.15 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el gráfico 10 y tabla 9.

Tabla 10. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 03.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO												
UNIDAD MUESTRAL N° 03												
		DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018										
		AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO		LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m					
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA: 5+160 - 5+180	ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD	MARGEN IZQUIERDO: 0.30m	FONDO DE CANAL: 0.40 m	MARGEN DERECHO: 0.30 m						
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		FECHA: 10/06/2018										
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS	NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m ²)	VEGETACION (m ²)			
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS				LEVE (L)	(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)			
1. FISURA	3. EROSION	5. VEGETACIÓN		MODERADO (M)	(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)			
2. GRIETA	4. EFLORESCENCIA			SEVERO(S)	(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)			
				ELEMENTO	AREA (m ²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)	
PLANO ISOMETRICO DEL CANAL - FOTOGRAFIA				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	LEVE	0.04	4.51	75.12%	0.58%	75.12%
						GRIETA	MODERADO	0.24			4.00%	
						EROSION	LEVE	0.60			10.00%	
						EFLORESCENCIA	LEVE	0.30			5.00%	
						VEGETACION	LEVE	0.32			5.30%	
FONDO DE CANAL				8.00	FISURA	LEVE	0.01	3.05	38.18%	0.15%	38.18%	
					GRIETA							
					EROSION	LEVE	3.80			47.50%		
					EFLORESCENCIA	MODERADO	1.13			14.18%		
					VEGETACION							
				MARGEN DERECHO	6.00	FISURA	LEVE	0.02	5.51	91.77%	0.30%	91.77%
						GRIETA						
						EROSION	LEVE	0.30			4.93%	
						EFLORESCENCIA	LEVE	0.18			3.00%	
						VEGETACION						
RESULTADO FINAL								TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA	
								6.93	13.07	34.67%	65.34%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL								MODERADO				

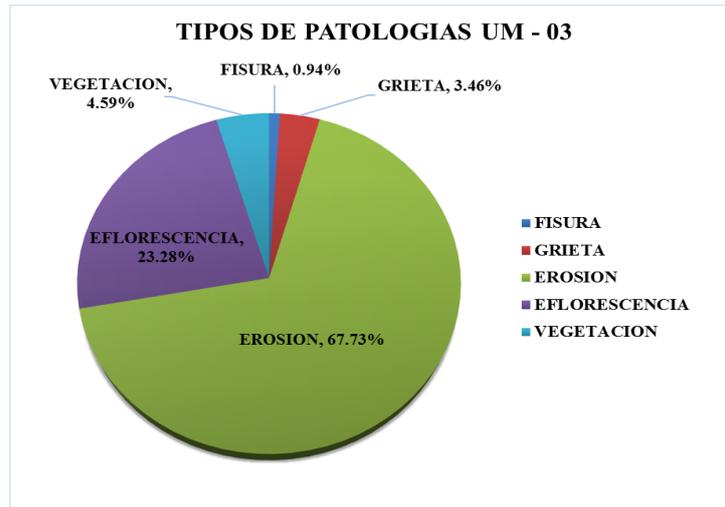


Gráfico 11. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 03.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 03 son: fisuras, grietas, erosión, eflorescencia y vegetación.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 67.73% leve, seguido de la eflorescencia con 23.28% moderado, los de menor presencia son: vegetación con 4.59% leve, grieta con 3.46% moderado y fisura con 0.94% leve.

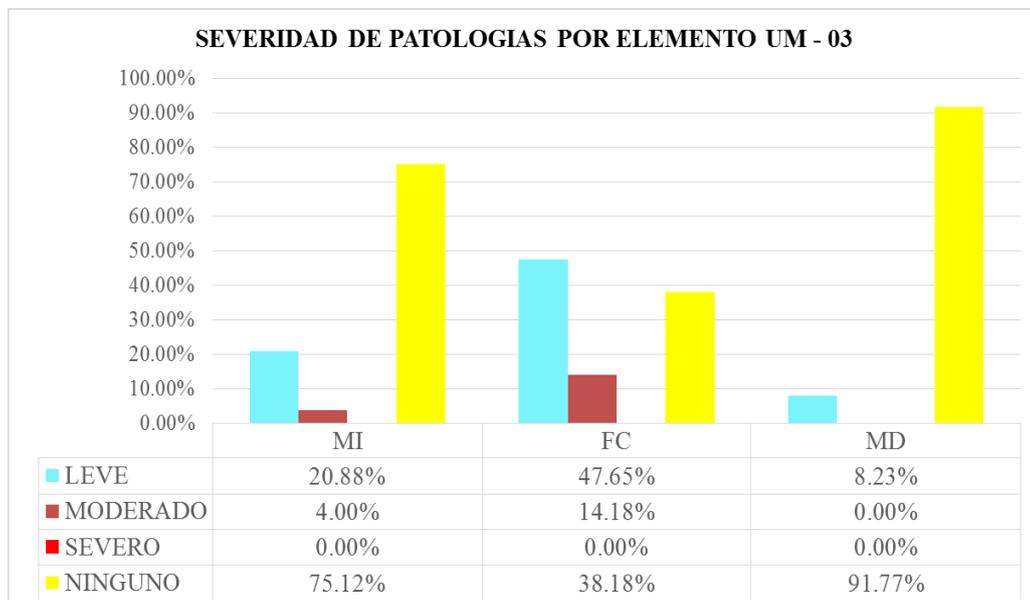


Gráfico 12. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 03.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 03 es moderado.

En el gráfico 12, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 4%, la patología leve es de 20.88%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderada es de 14.18%, la patología leve es de 47.65% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 8.23%.

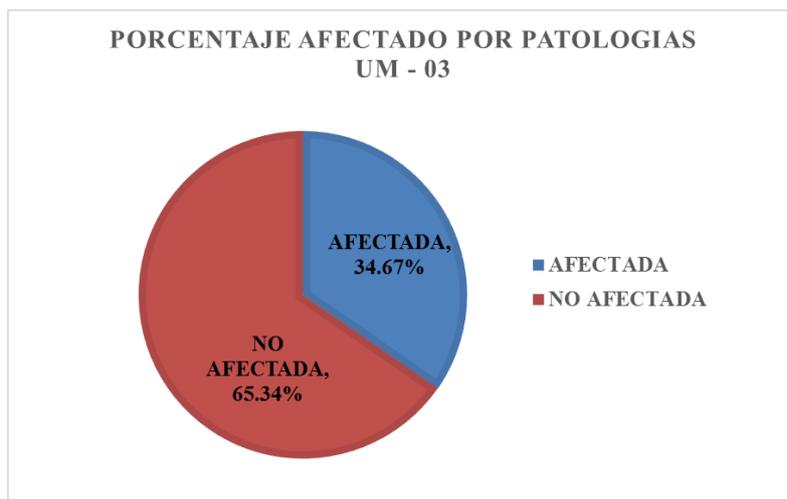


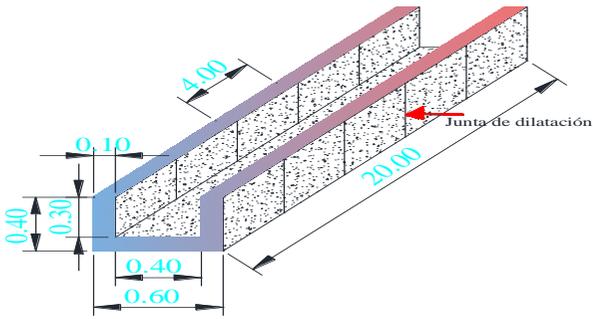
Gráfico 13. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 03.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 03 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 34.67% (6.93 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 65.34% (13.07 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el gráfico 13 y tabla 10.

Tabla 11. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 04.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 04											
 UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE			DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018								
AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO		ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO			LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m				
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+220 - 5+240		MARGEN IZQUIERDO: 0.30m	FONDO DE CANAL: 0.40 m	MARGEN DERECHO: 0.30 m				
FECHA:		10/06/2018		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m²)	VEGETACION (m²)	
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			LEVE (L)		(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)		
1. FISURA	3. EROSION		MODERADO (M)		(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)		
2. GRIETA	4. EFLORESCENCIA		SEVERO(S)		(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)		
5. VEGETACIÓN											
 PLANO ISOMETRICO DEL CANAL - FOTOGRAFIA				ELEMENTO	AREA (m²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m²)	AREA NO AFECTADA (m²)	% AREA AFECTADA (m²)	% AREA NO AFECTADA (m²)
				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	LEVE	0.02	5.44	0.28%	90.70%
		GRIETA	MODERADO	0.04	0.67%						
		EROSION	LEVE	0.31	5.20%						
		EFLORESCENCIA	LEVE	0.19	3.15%						
		VEGETACION									
FONDO DE CANAL	8.00	FISURA	LEVE	0.01	6.03	0.17%	75.33%				
		GRIETA									
		EROSION	LEVE	1.96		24.50%					
		EFLORESCENCIA									
		VEGETACION									
MARGEN DERECHO	6.00	FISURA	LEVE	0.02	5.57	0.39%	92.88%				
		GRIETA									
		EROSION	LEVE	0.22		3.73%					
		EFLORESCENCIA	LEVE	0.18		3.00%					
		VEGETACION									
RESULTADO FINAL							TOTAL AREA AFECTADA (m²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA	
							2.96	17.04	14.79%	85.21%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL							MODERADO				

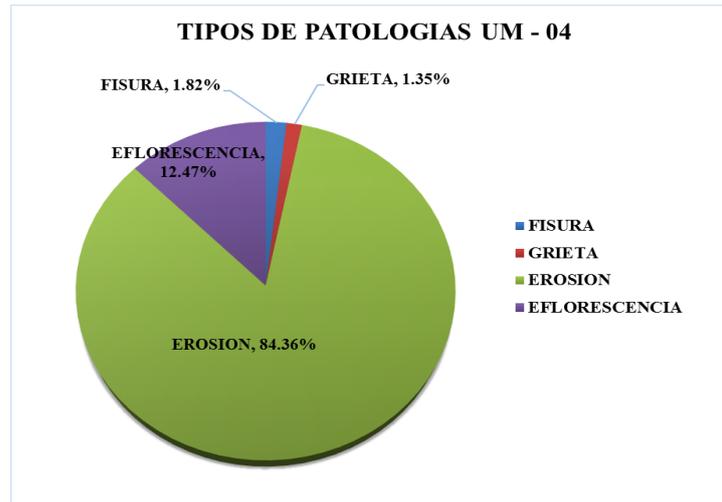


Gráfico 14. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 04.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 04 son: fisuras, grietas, erosión, eflorescencia.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 84.36% leve, seguido de la eflorescencia con 12.47% leve, los de menor presencia son: fisura con 1.82% leve y seguido de grieta con 1.35% moderado.

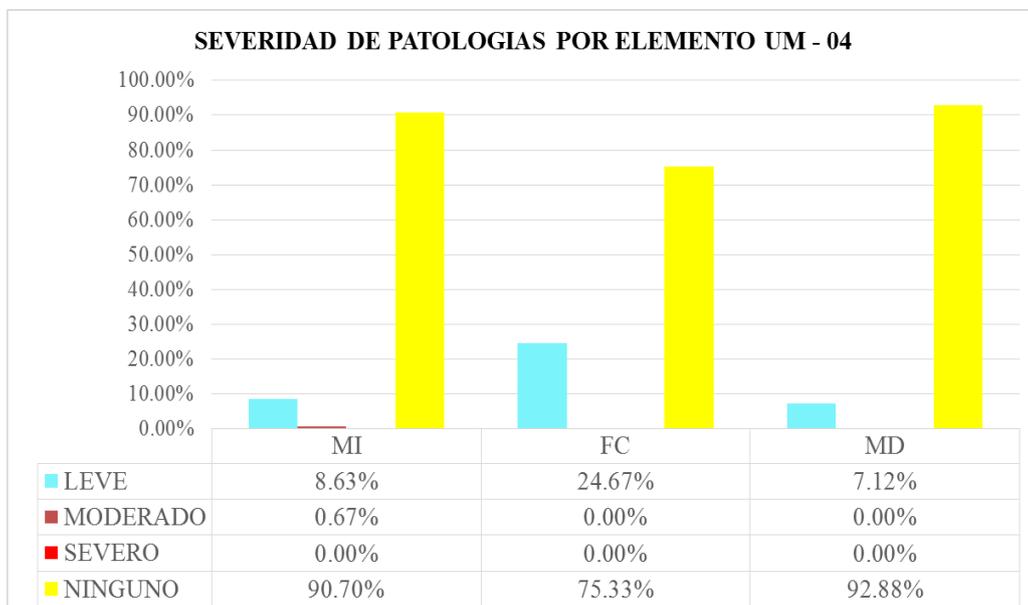


Gráfico 15. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 04.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 04 es moderado.

En el gráfico 15, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 0.67%, la patología leve es de 8.63%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología leve es de 24.67% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 7.12%.

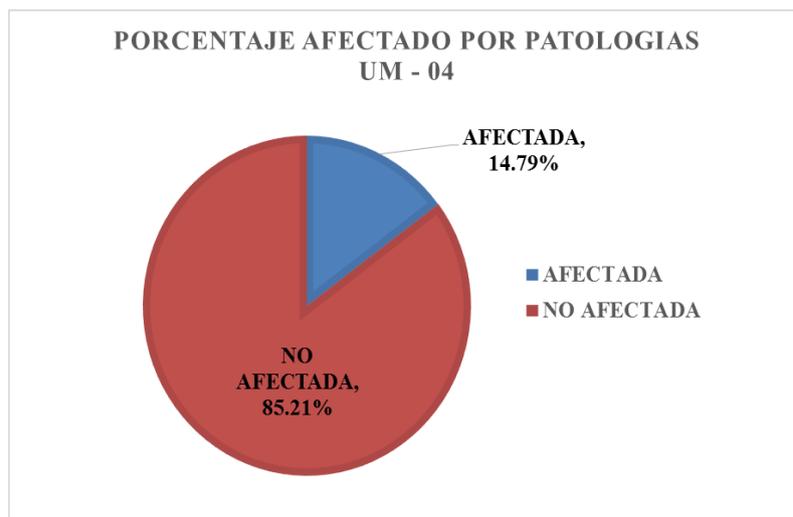


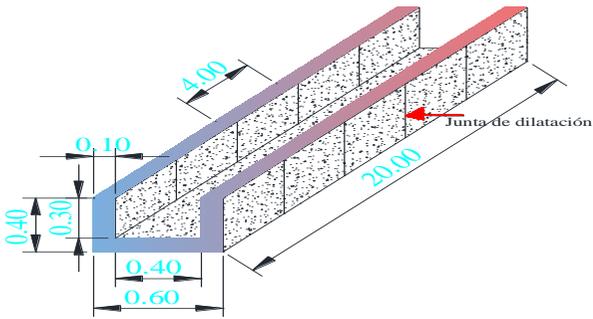
Gráfico 16. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 03.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 04 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 14.79% (2.96 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 85.21% (17.04 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el gráfico 16 y tabla 11.

Tabla 12. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 05.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO												
UNIDAD MUESTRAL N° 05												
		DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018										
		AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO		LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m					
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA: 5+300 - 5+320	ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD									
		FECHA: 10/06/2018										
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS	NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m ²)	VEGETACION (m ²)			
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS				LEVE (L)	(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)			
1. FISURA	3. EROSION	5. VEGETACIÓN		MODERADO (M)	(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)			
2. GRIETA	4. EFLORESCENCIA			SEVERO(S)	(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)			
				ELEMENTO	AREA (m ²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)	
PLANO ISOMETRICO DEL CANAL - FOTOGRAFIA				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	MODERADO	0.05	5.55	0.90%	92.48%	
						GRIETA	MODERADO	0.07				1.13%
						EROSION	LEVE	0.33				5.50%
						EFLORESCENCIA						
						VEGETACION						
				FONDO DE CANAL	8.00	FISURA	LEVE	0.02	6.91	0.28%	86.35%	
						GRIETA	MODERADO	0.05				0.63%
						EROSION	LEVE	1.02				12.75%
						EFLORESCENCIA						
						VEGETACION						
MARGEN DERECHO				6.00	FISURA	LEVE	0.02	5.78	0.36%	96.31%		
					GRIETA							
					EROSION	LEVE	0.20				3.33%	
					EFLORESCENCIA							
					VEGETACION							
RESULTADO FINAL								TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA	
								1.77	18.24	8.83%	91.18%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL								MODERADO				

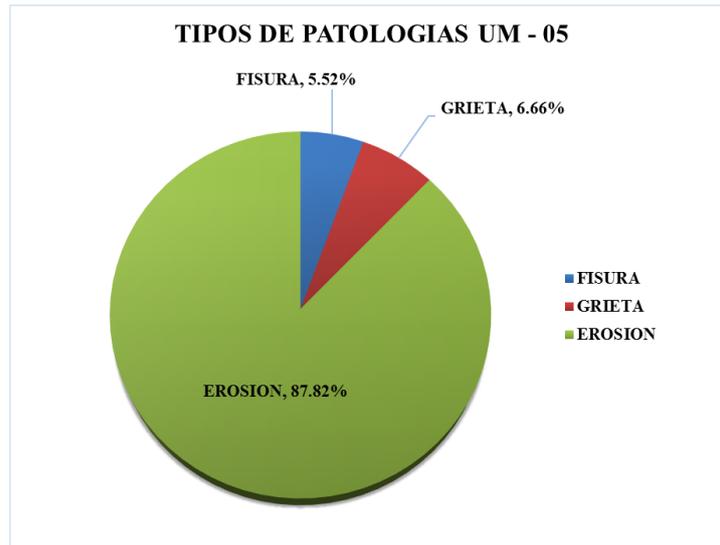


Gráfico 17. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 05.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 05 son: fisuras, grietas, erosión.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con un 87.82%, los de menor presencia son: grieta con un 6.66% seguido de fisura con 5.52%.

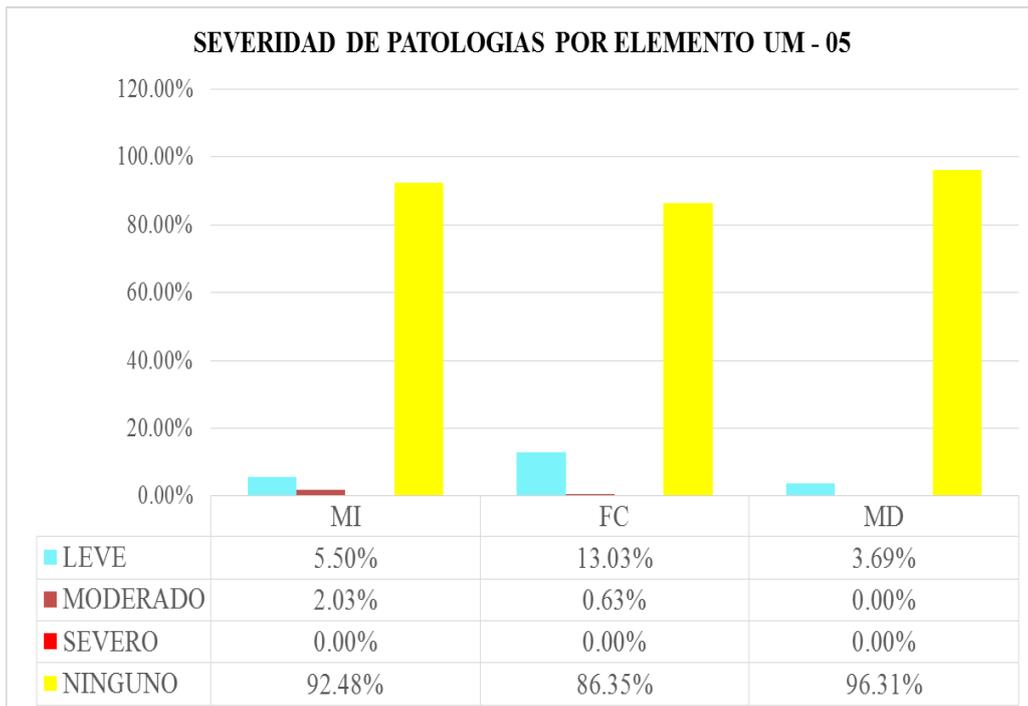


Gráfico 18. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 05.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 05 es moderado.

En el gráfico 18, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 2.03%, la patología leve es de 5.50%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderada es de 0.63%, la patología leve es de 13.03% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 3.69%.

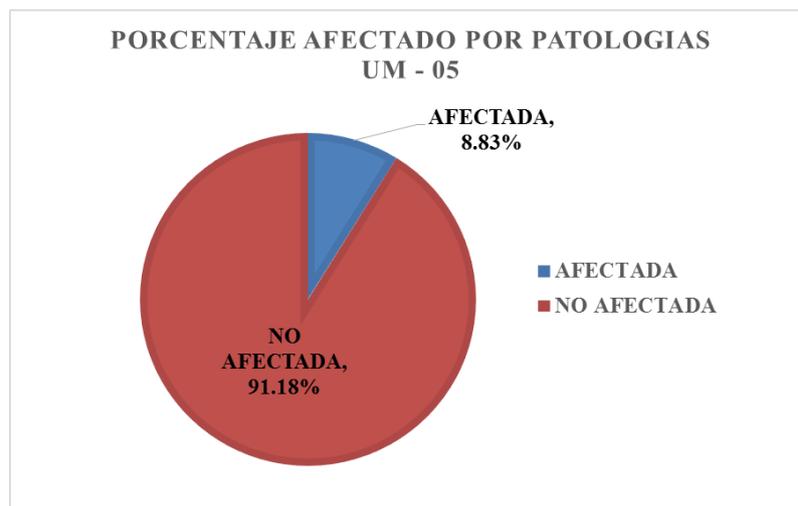


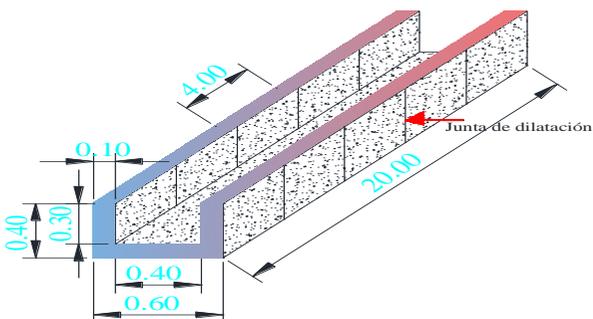
Gráfico 19. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 05.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 05 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 8.83% (1.77 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 91.18% (18.24 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el gráfico 19 y tabla 12.

Tabla 13. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 06.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 06											
			DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018								
AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO		ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO			LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m				
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+380 - 5+400		MARGEN IZQUIERDO: 0.30m	FONDO DE CANAL: 0.40 m	MARGEN DERECHO: 0.30 m				
FECHA:		10/06/2018		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m ²)	VEGETACION (m ²)	
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			LEVE (L)		(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)		
1. FISURA	3. EROSION		MODERADO (M)		(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)		
2. GRIETA	4. EFLORESCENCIA		SEVERO(S)		(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)		
5. VEGETACIÓN											
				ELEMENTO	AREA (m ²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)
				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	LEVE	0.02	5.47	0.39%	91.09%
						GRIETA	MODERADO	0.02		0.25%	
						EROSION	LEVE	0.26		4.27%	
						EFLORESCENCIA	LEVE	0.24		4.00%	
						VEGETACION					
PLANO ISOMETRICO DEL CANAL - FOTOGRAFIA 				FONDO DE CANAL	8.00	FISURA	LEVE	0.02	6.34	0.24%	79.26%
						GRIETA	SEVERO	0.04		0.50%	
						EROSION	LEVE	1.60		20.00%	
						EFLORESCENCIA					
						VEGETACION					
MARGEN DERECHO 				MARGEN DERECHO	6.00	FISURA	LEVE	0.01	5.43	0.25%	90.45%
						GRIETA					
						EROSION	LEVE	0.31		5.13%	
						EFLORESCENCIA	LEVE	0.25		4.17%	
						VEGETACION					
RESULTADO FINAL								TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA
								2.77	17.23	13.83%	86.17%
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL								SEVERO			

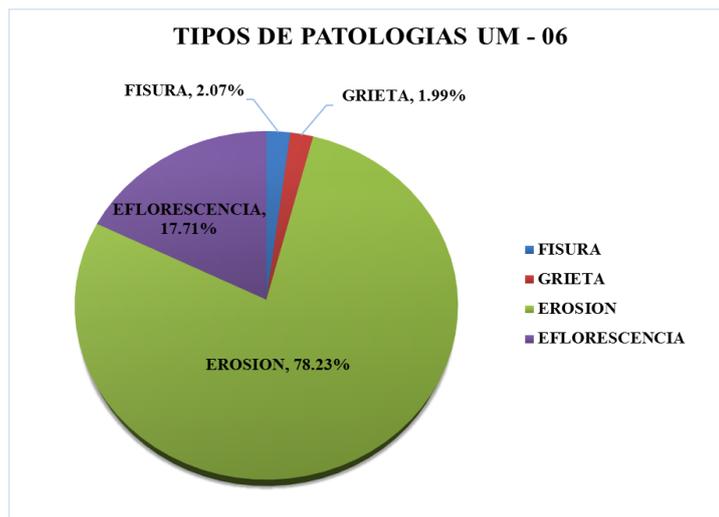


Gráfico 20. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 06.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 06 son: fisuras, grietas, erosión y eflorescencia.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 78.23% leve, seguido de la eflorescencia con 17.71% leve, los de menor presencia son: fisura con 2.07% leve y seguido de grieta con 1.99% severo.

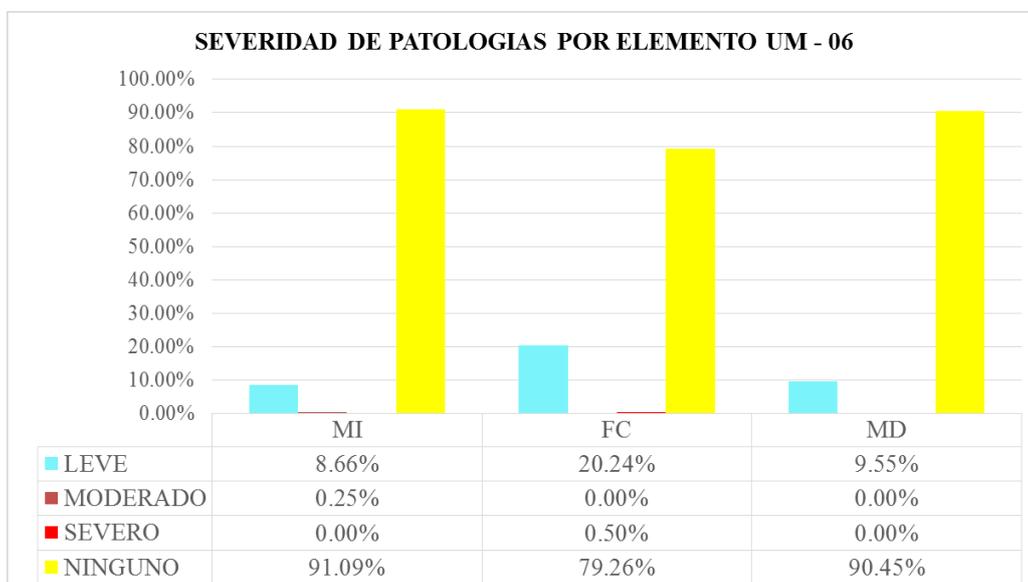


Gráfico 21. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 06.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 06 es severo.

En el gráfico 21, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 0.25%, la patología leve es de 8.66%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología severo es de 0.50%, la patología leves es de 20.24% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 9.55%.

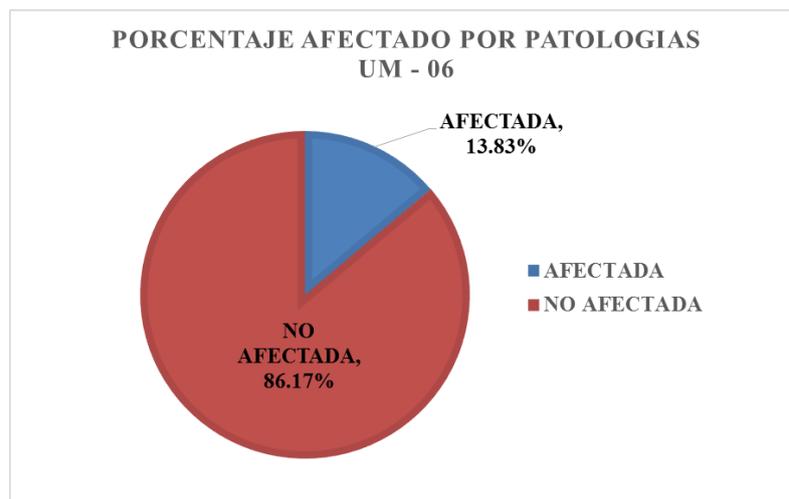


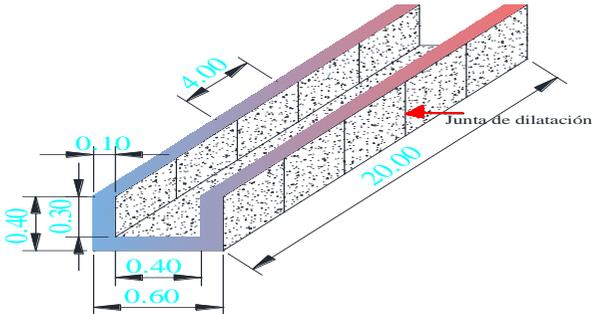
Gráfico 22. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 06.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 06 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 13.83% (2.77 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 86.17% (17.23 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es severo, tal como se puede apreciar en el gráfico 22 y tabla 13.

Tabla 14. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 07.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 07											
			DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018								
AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO		ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO			LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m				
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+460 - 5+480		MARGEN IZQUIERDO: 0.30m	FONDO DE CANAL: 0.40 m	MARGEN DERECHO: 0.30 m				
FECHA:		10/06/2018		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m ²)	VEGETACION (m ²)	
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			LEVE (L)		(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)		
1. FISURA	3. EROSION	5. VEGETACIÓN	MODERADO (M)		(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)		
2. GRIETA	4. EFLORESCENCIA		SEVERO(S)		(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)		
				ELEMENTO	AREA (m ²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)
				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	MODERADO	0.08	5.02	1.27%	83.72%
		GRIETA									
		EROSION	LEVE	0.19	3.10%						
		EFLORESCENCIA	MODERADO	0.72	11.92%						
		VEGETACION									
	FONDO DE CANAL	8.00	FISURA			6.59		82.41%			
		GRIETA	SEVERO	0.04	0.50%						
		EROSION	LEVE	1.09	13.59%						
		EFLORESCENCIA	LEVE	0.28	3.50%						
		VEGETACION									
PLANO ISOMETRICO DEL CANAL - FOTOGRAFIA 				MARGEN DERECHO	6.00	FISURA	MODERADO	0.05	5.66	0.88%	94.32%
						GRIETA					
						EROSION	LEVE	0.12		2.00%	
						EFLORESCENCIA	LEVE	0.17		2.80%	
						VEGETACION					
RESULTADO FINAL							TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA	
							2.73	17.27	13.63%	86.37%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL							SEVERO				

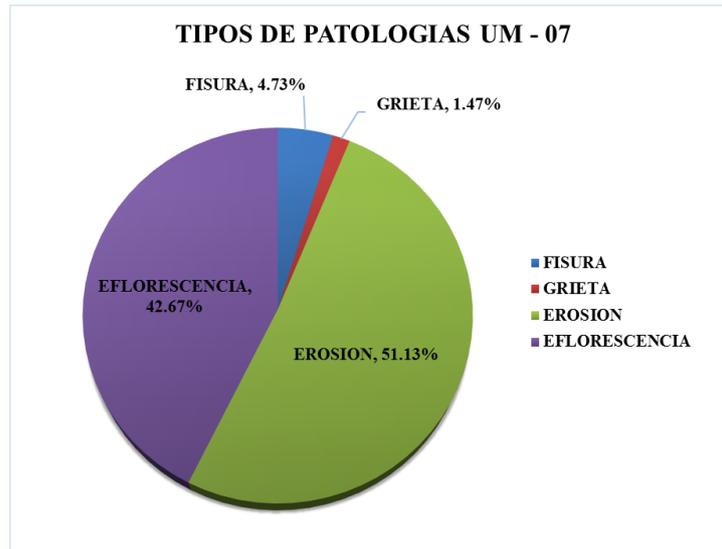


Gráfico 23. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 07.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 07 son: fisuras, grietas, erosión y eflorescencia.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 51.13% leve, seguido de la eflorescencia con 42.67% moderado, los de menor presencia son: fisura con 4.73% moderado y grieta con 1.47% severo.

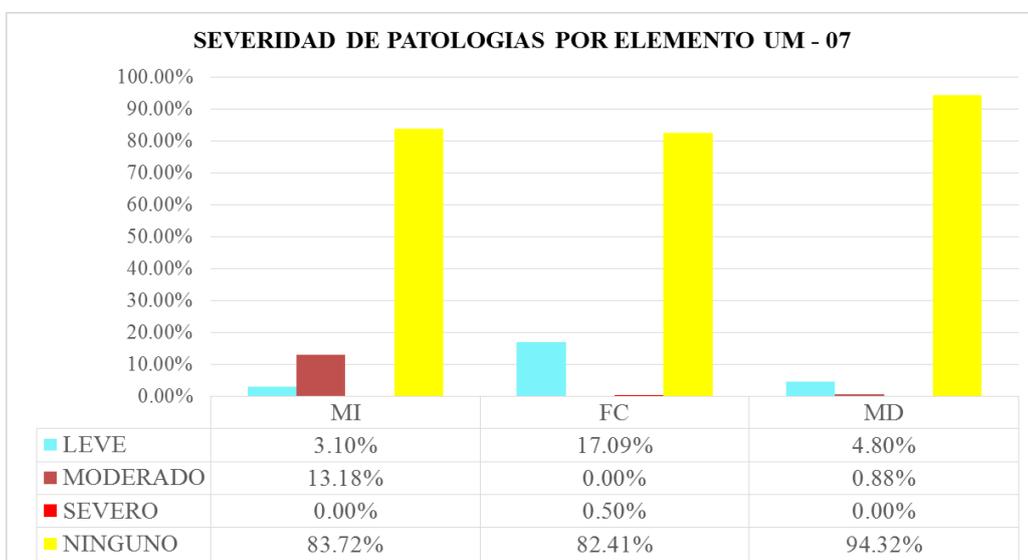


Gráfico 24. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 07.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 07 es severo.

En el gráfico 24, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 13.18%, la patología leve es de 3.10%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología severa es 0.50%, la patología leve es de 17.09% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología moderada es de 0.88% y la patología leve es de 4.80%.

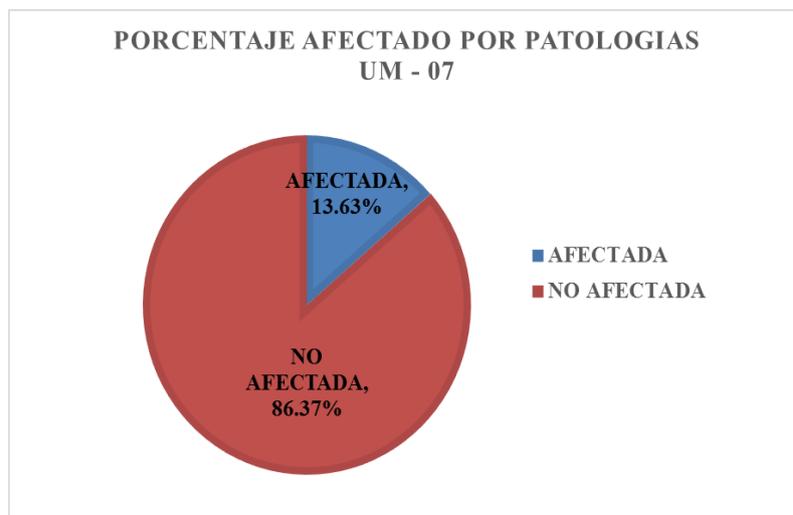


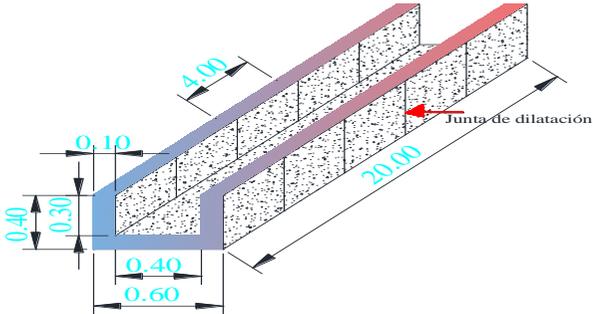
Gráfico 25. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 07.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 07 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 13.63% (2.73 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 86.37% (17.27 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es severo, tal como se puede apreciar en la gráfico 25 y tabla 14.

Tabla 15. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 08.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 08											
			DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018								
AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO		ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO			LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m				
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+540 - 5+560		MARGEN IZQUIERDO: 0.30m	FONDO DE CANAL: 0.40 m	MARGEN DERECHO: 0.30 m				
FECHA:		10/06/2018		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m ²)	VEGETACION (m ²)	
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			LEVE (L)		(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)		
1. FISURA	3. EROSION		MODERADO (M)		(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)		
2. GRIETA	4. EFLORESCENCIA		SEVERO(S)		(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)		
5. VEGETACIÓN											
				ELEMENTO	AREA (m ²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)
				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	MODERADO	0.02	5.41	0.30%	90.22%
		GRIETA	LEVE	0.02	0.33%						
		EROSION			9.15%						
		EFLORESCENCIA	MODERADO	0.55							
		VEGETACION									
FONDO DE CANAL				8.00	FISURA			6.68	0.20%	83.49%	
		GRIETA	MODERADO	0.02	12.75%						
		EROSION	LEVE	1.02	3.56%						
		EFLORESCENCIA	LEVE	0.29							
		VEGETACION									
MARGEN DERECHO				6.00	FISURA			5.46	0.27%	91.07%	
		GRIETA	LEVE	0.02	8.67%						
		EROSION									
		EFLORESCENCIA	MODERADO	0.52							
		VEGETACION									
RESULTADO FINAL								TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA
								2.44	17.56	12.22%	87.78%
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL								MODERADO			

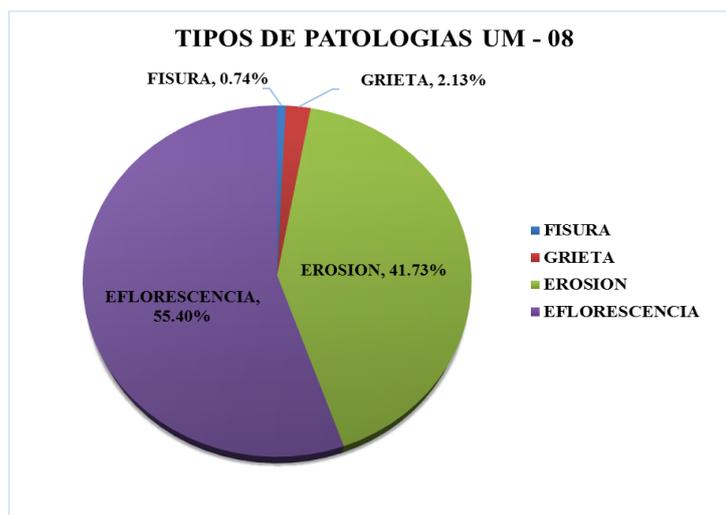


Gráfico 26. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 08.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 08 son: fisuras, grietas, erosión y eflorescencia.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la eflorescencia con 55.40% moderado, seguido de la erosión con 41.73% leve, los de menor presencia son: grieta con 2.13% moderado y fisura con 0.74% moderado.

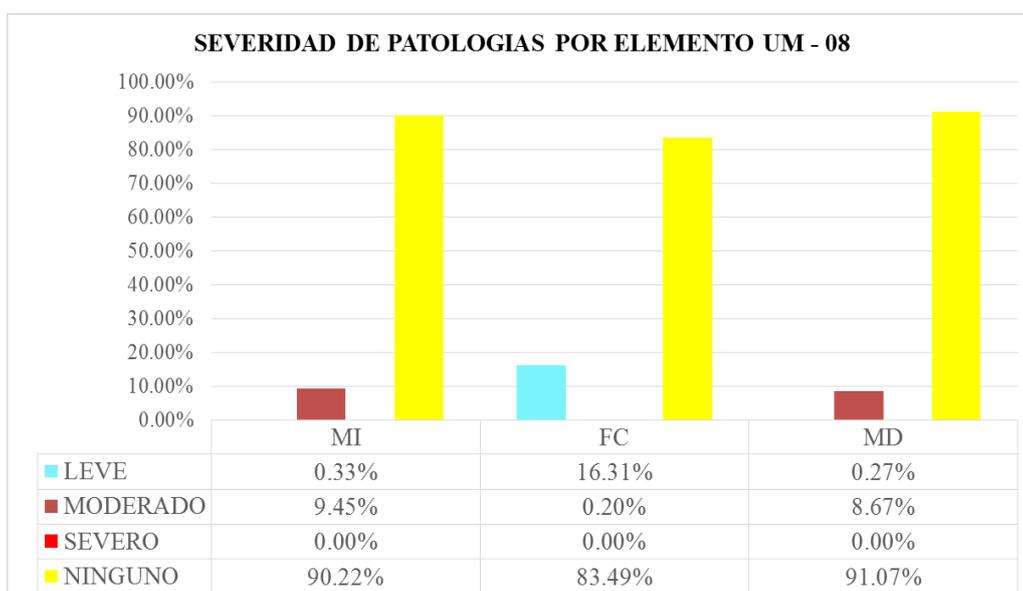


Gráfico 27. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 08.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 08 es moderado.

En el gráfico 27, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 9.45%, la patología leve es de 0.33%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderada es de 0.20%, la patología leve es de 16.31% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología moderada es de 8.67% y la patología leve es de 0.27%.

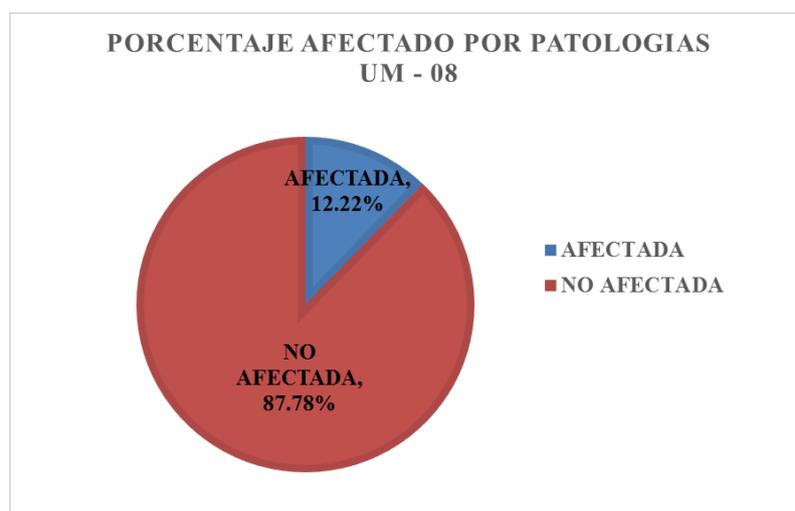


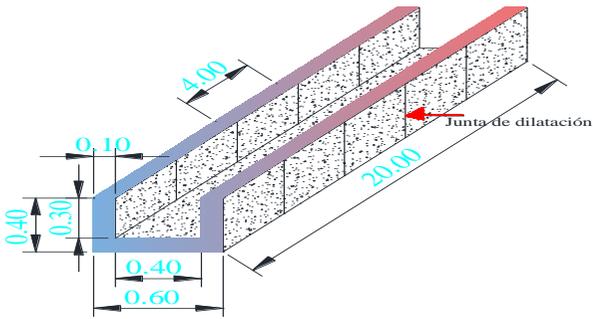
Gráfico 28. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 08.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 08 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 12.22% (2.44 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 87.78% (17.56 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es severo, tal como se puede apreciar en el gráfico 28 y tabla 15.

Tabla 16. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 09.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 09											
		DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018									
		AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO		LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m				
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+620 - 5+640	MARGEN IZQUIERDO: 0.30m	FONDO DE CANAL: 0.40 m	MARGEN DERECHO: 0.30 m					
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS		5. VEGETACIÓN									
1. FISURA	3. EROSION	5. VEGETACIÓN		PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m ²)	VEGETACION (m ²)		
2. GRIETA	4. EFLORESCENCIA			LEVE (L)	(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)		
				MODERADO (M)	(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)		
				SEVERO(S)	(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)		
				ELEMENTO	AREA (m ²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)
				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	LEVE	0.01	5.58	0.23%	92.93%
		GRIETA									
		EROSION	LEVE	0.41	6.83%						
		EFLORESCENCIA									
		VEGETACION									
PLANO ISOMETRICO DEL CANAL - FOTOGRAFIA 				FONDO DE CANAL	8.00	FISURA		6.94		86.75%	
						GRIETA	SEVERO		0.40		5.00%
						EROSION	LEVE		0.66		8.25%
						EFLORESCENCIA					
						VEGETACION					
MARGEN DERECHO				6.00	FISURA		5.36		89.40%		
						GRIETA		LEVE		0.02	0.27%
						EROSION		LEVE		0.35	5.83%
						EFLORESCENCIA		LEVE		0.27	4.50%
						VEGETACION					
RESULTADO FINAL							TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA	
							2.12	17.88	10.60%	89.40%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL							SEVERO				

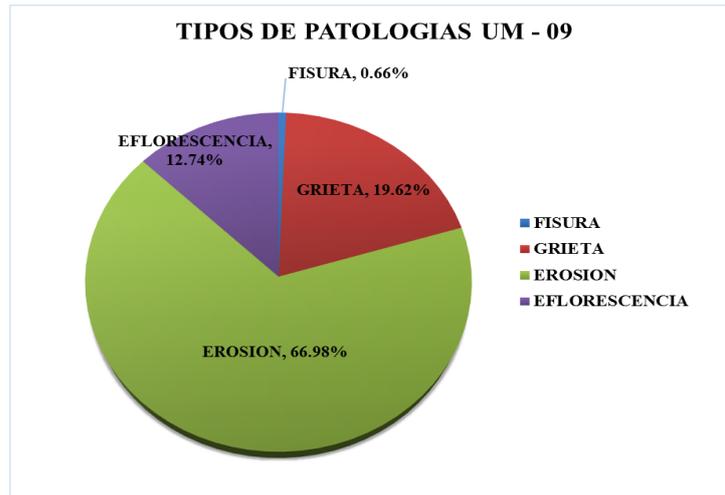


Gráfico 29. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 09.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 09 son: fisuras, grietas, erosión y eflorescencia.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 66.98% leve, seguido de grieta con 19.62% severo y la eflorescencia con 12.74% leve, el de menor presencia es la fisura con 0.66% leve.

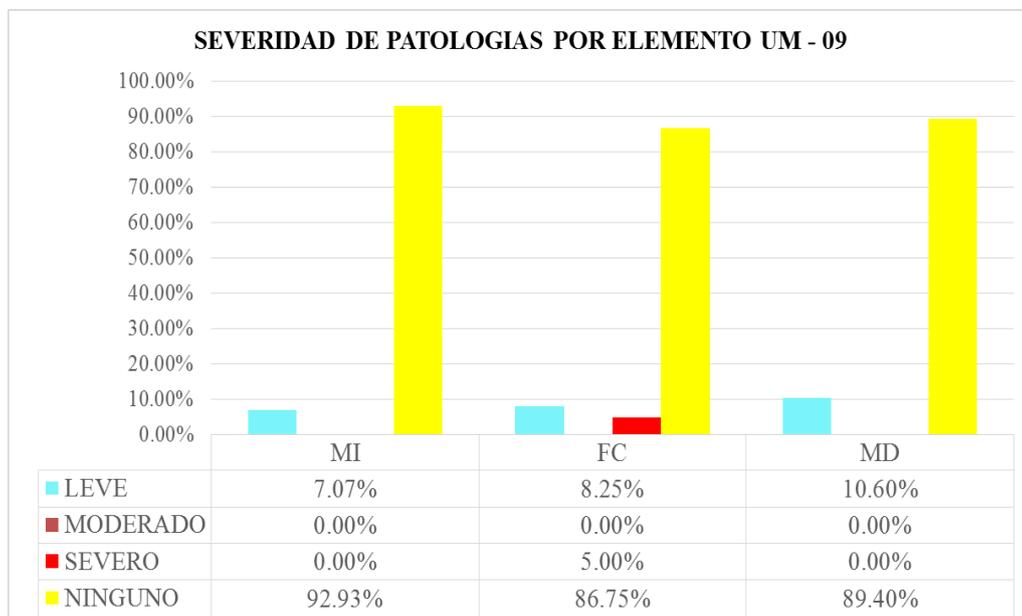


Gráfico 30. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 09.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 09 es severo.

En el gráfico 30, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología leve es de 7.07%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología severa es de 5%, la patología leve es de 8.25% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 10.60%.

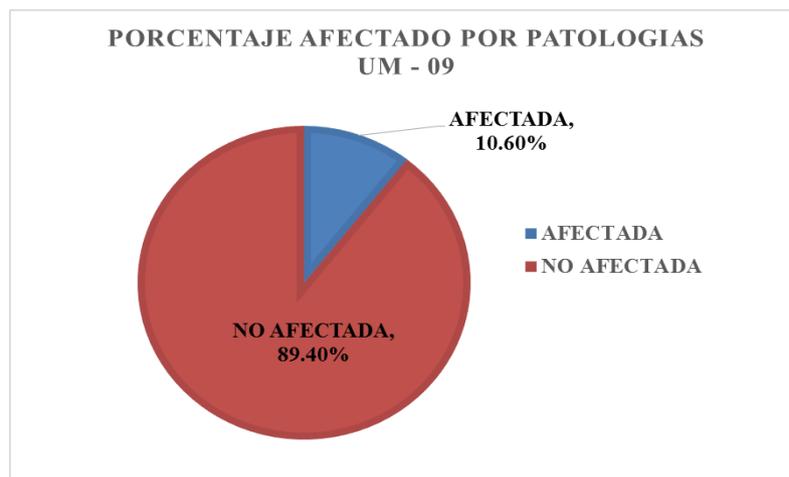


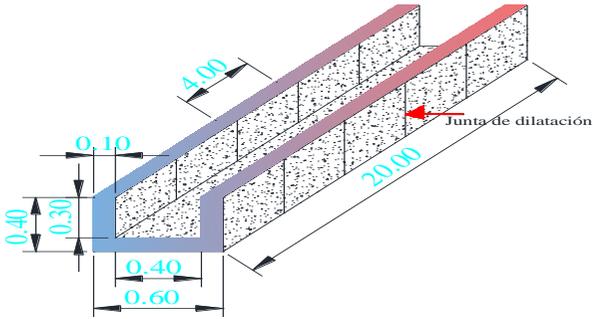
Gráfico 31. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 09.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 09 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 10.60% (2.12 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 89.40% (17.88 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es severo, tal como se puede apreciar en el gráfico 31 y tabla 16.

Tabla 17. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 10.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 10											
			DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018								
AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO		ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO			LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m				
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+700 - 5+720		MARGEN IZQUIERDO: 0.30m	FONDO DE CANAL: 0.40 m	MARGEN DERECHO: 0.30 m				
FECHA:		10/06/2018		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m ²)	VEGETACION (m ²)	
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			LEVE (L)		(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)		
1. FISURA	3. EROSION		MODERADO (M)		(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)		
2. GRIETA	4. EFLORESCENCIA		SEVERO(S)		(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)		
5. VEGETACIÓN											
				ELEMENTO	AREA (m ²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)
 <p>PLANO ISOMETRICO DEL CANAL - FOTOGRAFIA</p> 				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	LEVE	0.03	5.23	0.48%	87.10%
						GRIETA	MODERADO	0.02		0.25%	
						EROSION					
						EFLORESCENCIA	MODERADO	0.73		12.17%	
						VEGETACION					
FONDO DE CANAL	8.00	FISURA			4.24		47.00%	53.00%			
		GRIETA									
		EROSION	MODERADO	3.76							
		EFLORESCENCIA									
		VEGETACION									
MARGEN DERECHO	6.00	FISURA	LEVE	0.04	5.30	0.71%	88.29%				
		GRIETA									
		EROSION									
		EFLORESCENCIA	MODERADO	0.66		11.00%					
		VEGETACION									
RESULTADO FINAL								TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA
								5.24	14.76	26.18%	73.82%
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL								MODERADO			

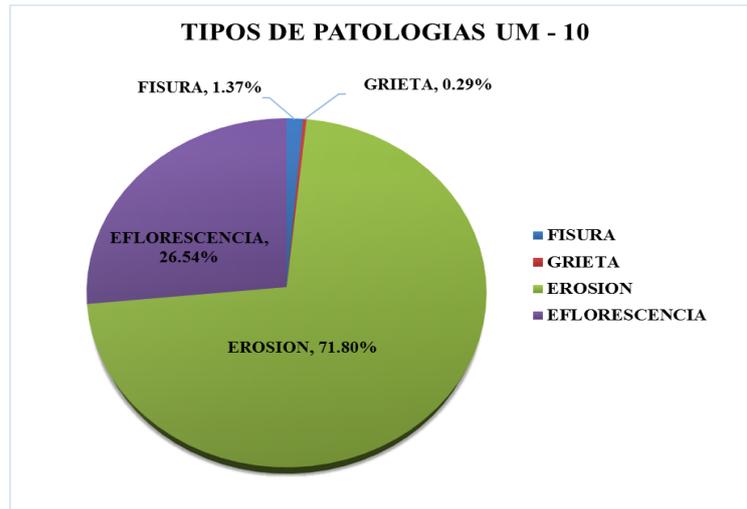


Gráfico 32. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 10.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 10 son: fisuras, grietas, erosión y eflorescencia.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 71.80% moderado, seguido de eflorescencia con 26.54% moderado, los de menor presencia son: fisura con 1.37% leve y grieta con 0.29% moderado.

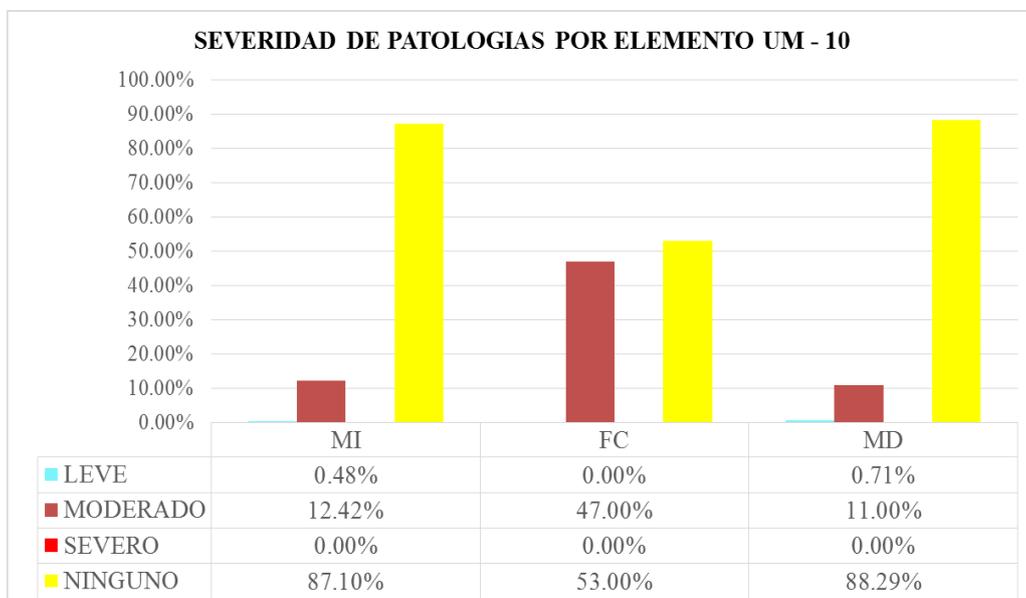


Gráfico 33. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 10.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 10 es moderado.

En el gráfico 33, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 12.42%, la patología leve es de 0.48%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderada es de 47% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología moderada es de 11% y la patología leve es 0.71%.

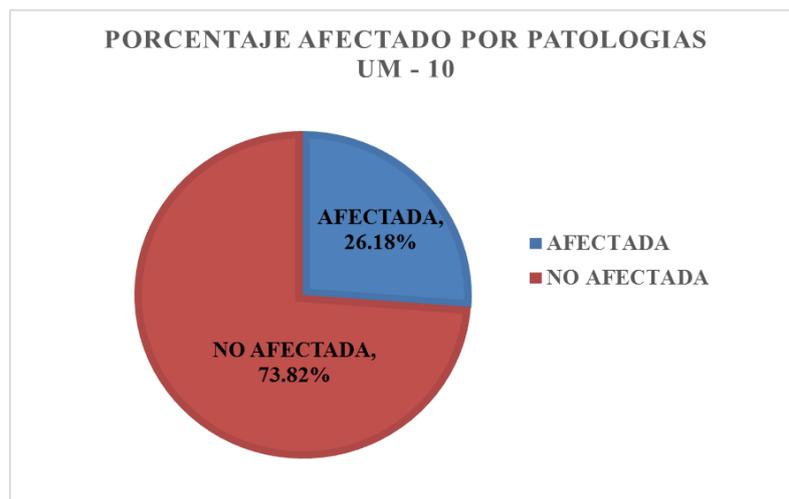


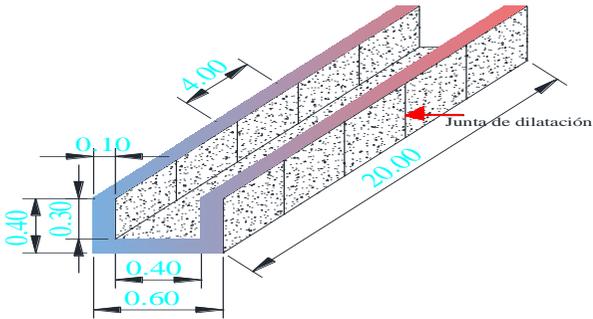
Gráfico 34. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 10.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 10 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 26.18% (5.24 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 73.82% (14.76 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el gráfico 34 y tabla 17.

Tabla 18. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 11.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 11											
			DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018								
AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO		ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO			LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m				
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+840 - 5+860		MARGEN IZQUIERDO: 0.30m	FONDO DE CANAL: 0.40 m	MARGEN DERECHO: 0.30 m				
FECHA:		10/06/2018		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m²)	VEGETACION (m²)	
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS					LEVE (L)	(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	
1. FISURA		3. EROSION			MODERADO (M)	(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)	
2. GRIETA		4. EFLORESCENCIA			SEVERO(S)	(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)	
		5. VEGETACIÓN									
				ELEMENTO	AREA (m²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m²)	AREA NO AFECTADA (m²)	% AREA AFECTADA (m²)	% AREA NO AFECTADA (m²)
				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA GRIETA EROSION EFLORESCENCIA VEGETACION	LEVE MODERADO LEVE	0.06 0.04 0.38	5.52	0.96% 0.70% 6.33%	92.01%
PLANO ISOMETRICO DEL CANAL - FOTOGRAFIA				FONDO DE CANAL	8.00	FISURA GRIETA EROSION EFLORESCENCIA VEGETACION	LEVE	0.95	7.05	11.88%	88.13%
				MARGEN DERECHO	6.00	FISURA GRIETA EROSION EFLORESCENCIA VEGETACION	LEVE LEVE	0.01 0.33	5.67	0.16% 5.42%	94.43%
				RESULTADO FINAL			TOTAL AREA AFECTADA (m²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA	
							1.76	18.24	8.82%	91.18%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL				MODERADO							

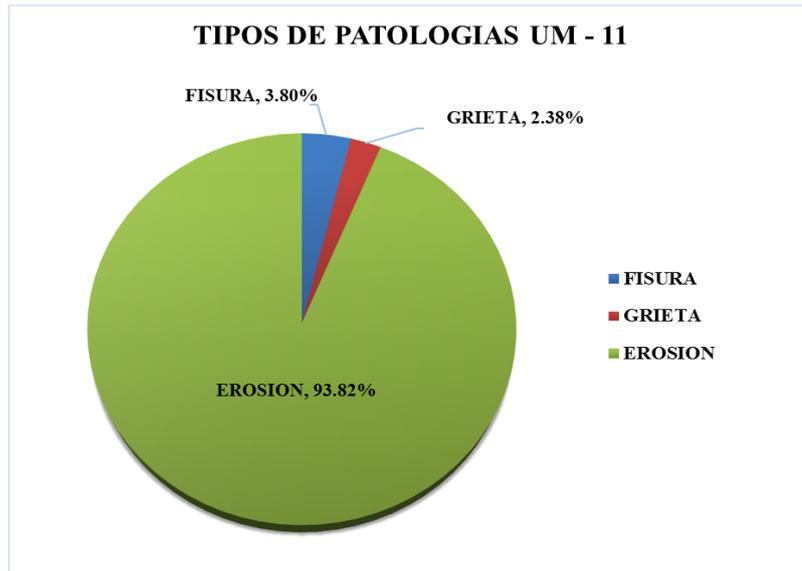


Gráfico 35. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 11.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 11 son: fisuras, grietas y erosión.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 93.82% leve, los de menor presencia son: fisura con 3.80% leve y grieta con 2.38% moderado.

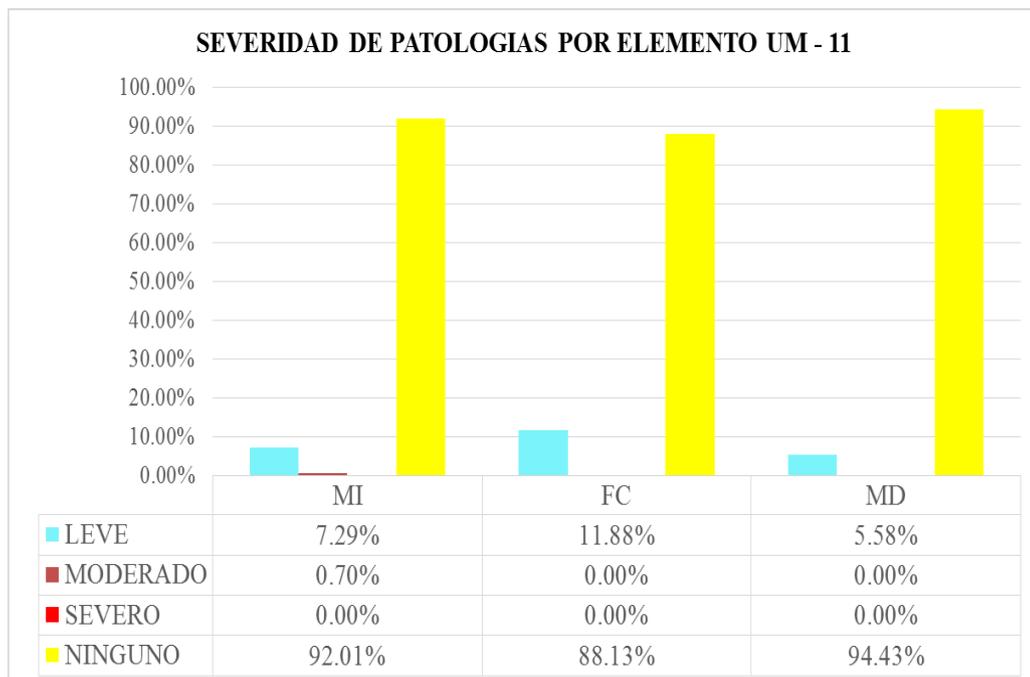


Gráfico 36. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 11.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 11 es moderado.

En el gráfico 36, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 0.70%, la patología leve es de 7.29%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología leve es de 11.88% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es 5.58%.



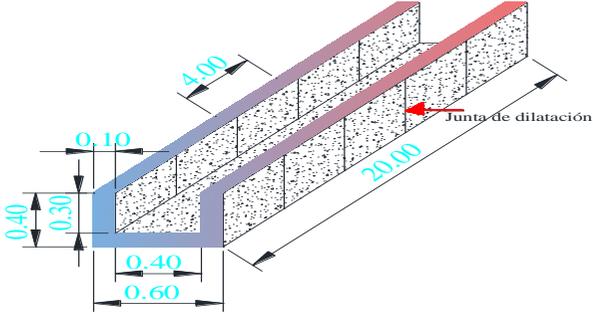
Gráfico 37. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 11.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 11 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 8.82% (1.76 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 91.18% (18.24 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el gráfico 37 y tabla 18.

Tabla 19. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 12.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 12											
			DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018								
			AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO		ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO		LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m		
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+920 - 5+940	ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
		FECHA:	10/06/2018								
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m ²)	VEGETACION (m ²)	
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS					LEVE (L)	(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	
1. FISURA		3. EROSION			MODERADO (M)	(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)	
2. GRIETA		4. EFLORESCENCIA			SEVERO(S)	(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)	
5. VEGETACIÓN				ELEMENTO	AREA (m ²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)
					MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	LEVE	0.02	5.33	0.28%
				GRIETA			LEVE	0.02	0.39%		
				EROSION			LEVE	0.32	5.33%		
				EFLORESCENCIA			MODERADO	0.32	5.25%		
				VEGETACION							
FONDO DE CANAL				FONDO DE CANAL	8.00	FISURA		3.40		42.50%	
						GRIETA					
						EROSION	LEVE		4.60		57.50%
						EFLORESCENCIA					
						VEGETACION					
MARGEN DERECHO				MARGEN DERECHO	6.00	FISURA	LEVE	0.01	5.37	0.20%	89.52%
						GRIETA					
						EROSION	LEVE	0.31		5.08%	
						EFLORESCENCIA	LEVE	0.31		5.20%	
						VEGETACION					
RESULTADO FINAL								TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA
								5.90	14.10	29.52%	70.48%
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL								MODERADO			

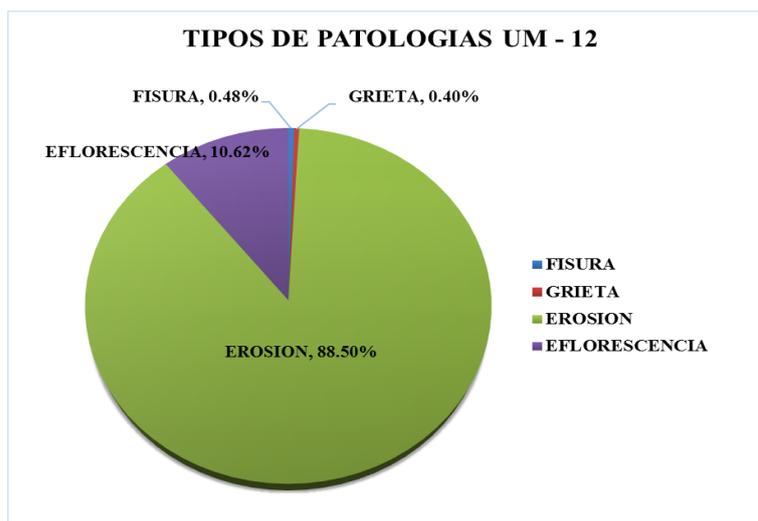


Gráfico 38. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 12.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 12 son: fisuras, grietas, erosión y eflorescencia.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 88.50% leve, los de menor presencia son: eflorescencia con 10.62% moderado, fisura con 0.48% leve y grieta con 0.40% leve.

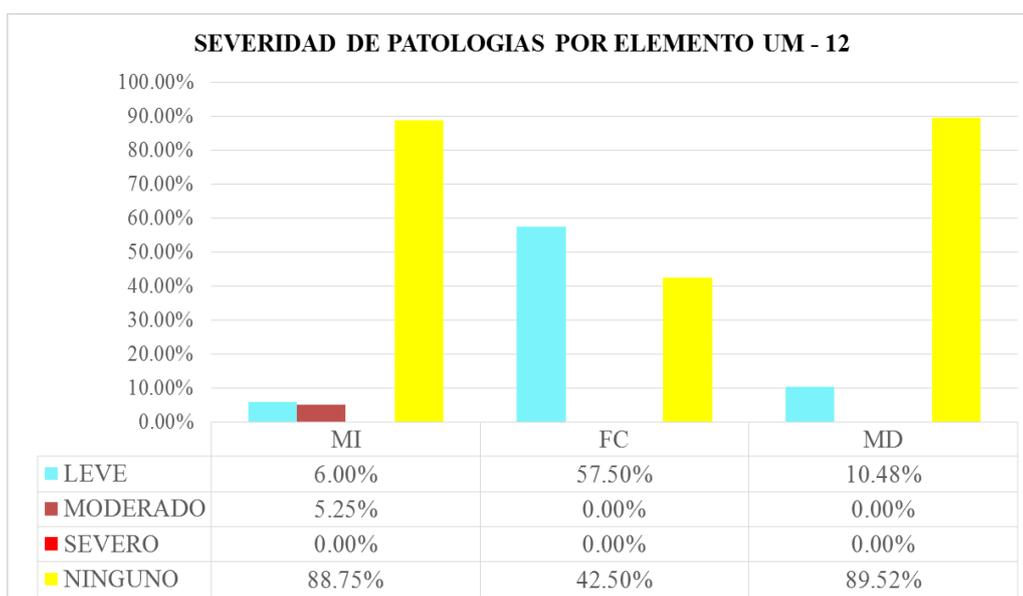


Gráfico 39. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 12.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 12 es moderado.

En el gráfico 39, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 5.25%, la patología leve es de 6%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología leve es de 57.50% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es 10.48%.

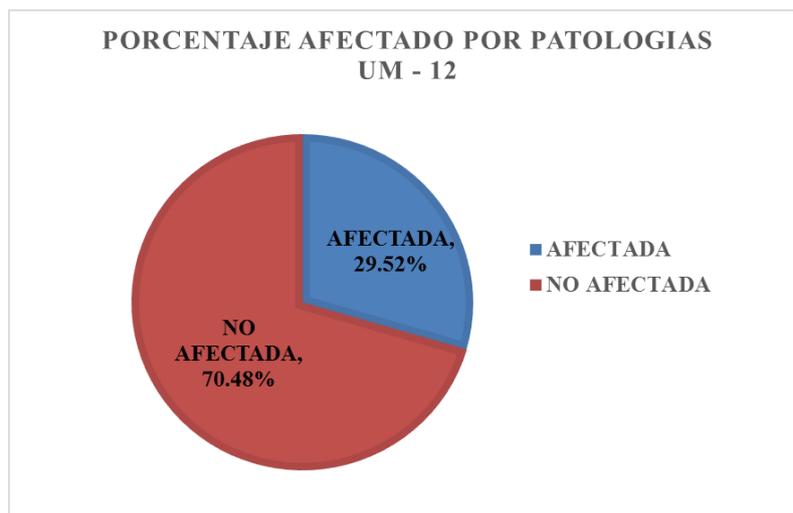


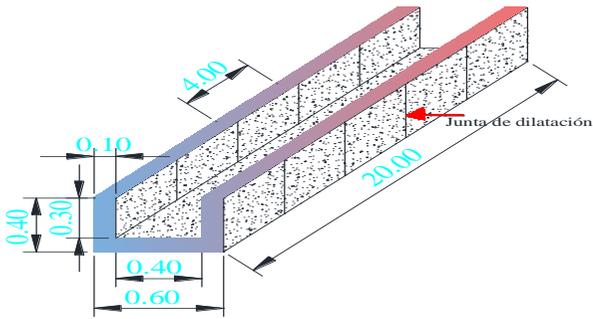
Gráfico 40. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 12.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 12 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 29.52% (5.90 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 70.48% (14.10 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el gráfico 40 y tabla 19.

Tabla 20. Ficha de Evaluación de la Unidad Muestral N° 13.

FICHA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 13											
		DETERMINACION Y VALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DEL CANAL DE RIEGO DE HUARMEY DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE ZANJA, DESDE EL TRAMO (5+000KM AL 6+000KM) DEL DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2018									
		AUTOR: JEISON A. BUSTOS MEGO		ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO		LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 20 m ²	LONGITUD: 20 m			
ASESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRADO		PROGRESIVA:	5+980 - 6+000	ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
		FECHA:	10/06/2018								
ANTIGUEDAD DE LA ESTRUCTURA		10 AÑOS		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	EFLORESCENCIA (m²)	VEGETACION (m²)	
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS					LEVE (L)	(0.2-0.6)	(1.6 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)	
1. FISURA		3. EROSION			MODERADO (M)	(0.7 - 1)	(2.1 - 4)	(6% -20%)	(6%-15%)	(6%-20%)	
2. GRIETA		4. EFLORESCENCIA			SEVERO(S)	(1.1 -1.5)	(Más de 4)	(Más del 20%)	(16% a más)	(Más de 20%)	
				ELEMENTO	AREA (m²)	PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m²)	AREA NO AFECTADA (m²)	% AREA AFECTADA (m²)	% AREA NO AFECTADA (m²)
PLANO ISOMETRICO DEL CANAL - FOTOGRAFIA				MARGEN IZQUIERDO	6.00	FISURA	LEVE	0.01	4.59	76.58%	
						GRIETA	SEVERO	0.84			14.00%
						EROSION	LEVE	0.26			4.29%
						EFLORESCENCIA	LEVE	0.29			4.90%
						VEGETACION					
				FONDO DE CANAL	8.00	FISURA		5.78	72.19%		
						GRIETA					
						EROSION	LEVE			2.23	27.81%
						EFLORESCENCIA					
						VEGETACION					
				MARGEN DERECHO	6.00	FISURA	LEVE	0.01	4.90	81.67%	
						GRIETA	MODERADO	0.45			7.50%
						EROSION	LEVE	0.09			1.46%
						EFLORESCENCIA	MODERADO	0.56			9.25%
						VEGETACION					
RESULTADO FINAL								TOTAL AREA AFECTADA (m²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m²)	% TOTAL DE AREA AFECTADA	% TOTAL DE AREA NO AFECTADA
								4.73	15.27	23.65%	76.35%
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL								SEVERO			

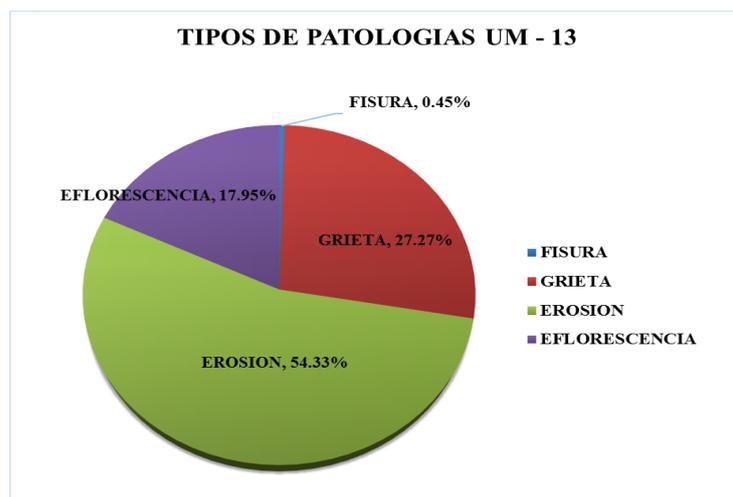


Gráfico 41. Tipos de Patologías del concreto que afectan la Unidad Muestral 13.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 13 son: fisuras, grietas, erosión y eflorescencia.

De todos los tipos de patologías, la de mayor presencia es la erosión con 54.33% leve seguido por la grieta con 27.27% severo y la eflorescencia con 17.95% moderado, el de menor presencia es la fisura con 0.45% leve.

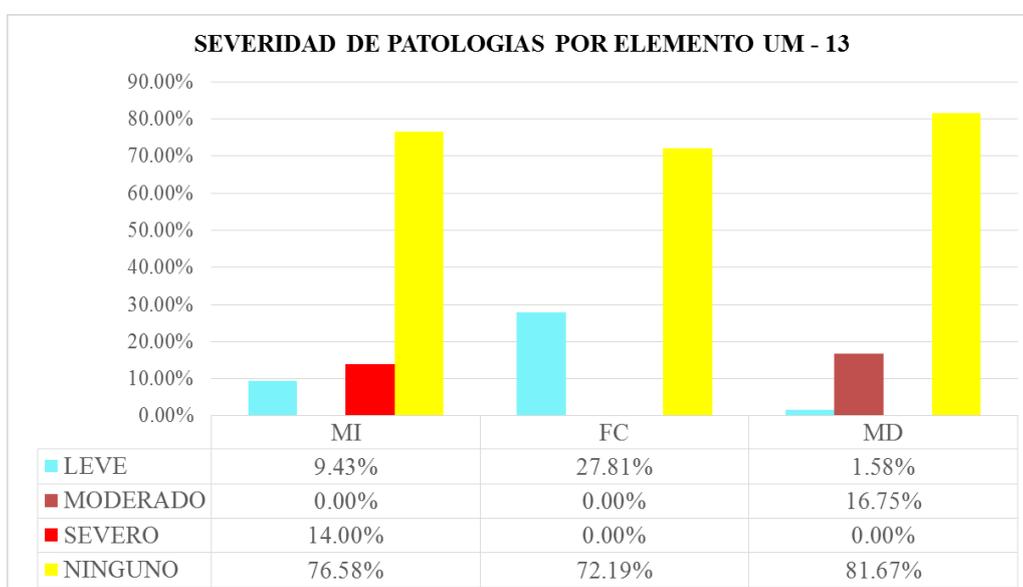


Gráfico 42. Nivel de Severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 13.

Descripción e Interpretación:

El nivel de severidad de todos los tipos de patologías presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 13 es severo.

En el gráfico 42, se observa que en el margen izquierdo (MI) del canal de riego la patología severa es de 14%, la patología leve es de 9.43%; en el fondo del canal de riego (FC) la patología leve es de 27.81% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología moderada es de 16.75% y la patología leve es 1.58%.

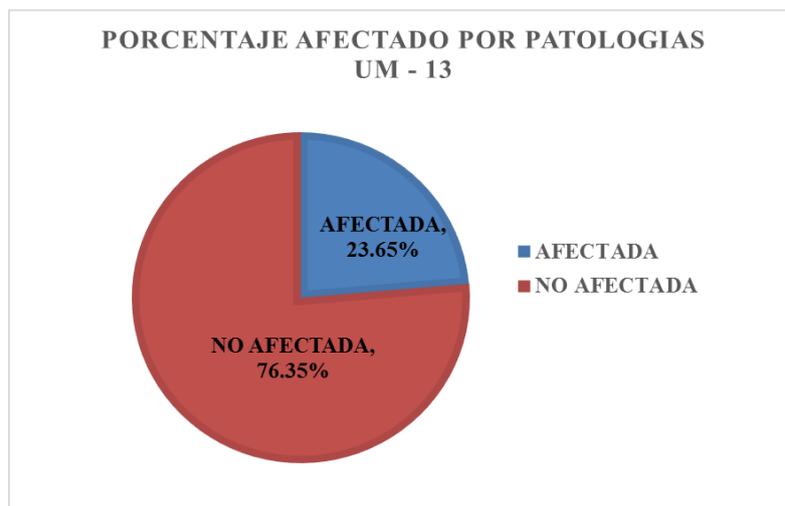


Gráfico 43. Porcentaje afectada por patologías del concreto en la Unidad Muestral 13.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 13 del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, lo cual comprende de 20 m lineales y un área total de 20 m².

Del total del área de la muestra evaluada el 23.65% (4.73 m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 76.35% (15.27 m²) no presenta patología alguna; por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es severo, tal como se puede apreciar en el gráfico 43 y tabla 20.

Resumen de Resultados.

Tabla 21. Tipos de patologías presentes en el canal de riego.

TIPOS DE PATOLOGIAS	ÁREA AFECTADA (m ²)	% DE AREA AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
FISURA	0.73	1.36%	MODERADO
GRIETA	2.58	4.82%	SEVERO
EROSIÓN	39.24	73.25%	MODERADO
EFLORESCENCIA	10.60	19.79%	MODERADO
VEGETACIÓN	0.42	0.78%	LEVE
ÁREA TOTAL AFECTADA	53.56	100%	MODERADO

Fuente: Fichas de Evaluación de Unidades Muéstrales del canal de riego 01 al 13.

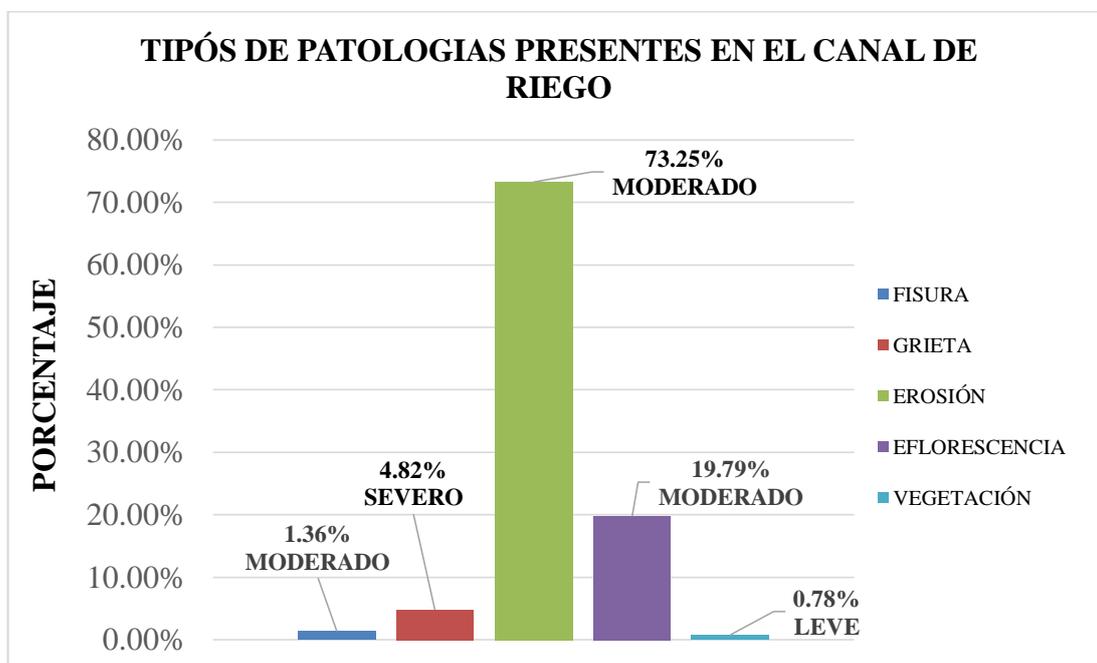


Gráfico 44. Tipos de patologías presentes en el canal de riego.

Tabla 22. Porcentaje de afectación de los elementos del canal de riego.

ELEMENTO	ÁREA TOTAL (m ²)	ÁREA AFECTADA (m ²)	% DE AREA AFECTADA	% DE AREA NO AFECTADA	PATOLOGIA QUE PREDOMINA	NIVEL DE SEVERIDAD
MARGEN IZQUIERDO	78	12.00	15.38%	84.62%	GRIETA	SEVERO
FONDO CANAL	104	33.79	32.49%	67.51%	GRIETA	SEVERO
MARGEN DERECHO	78	7.78	9.97%	90.03%	GRIETA	MODERADO
TOTAL	260.00	53.56			GRIETA	MODERADO

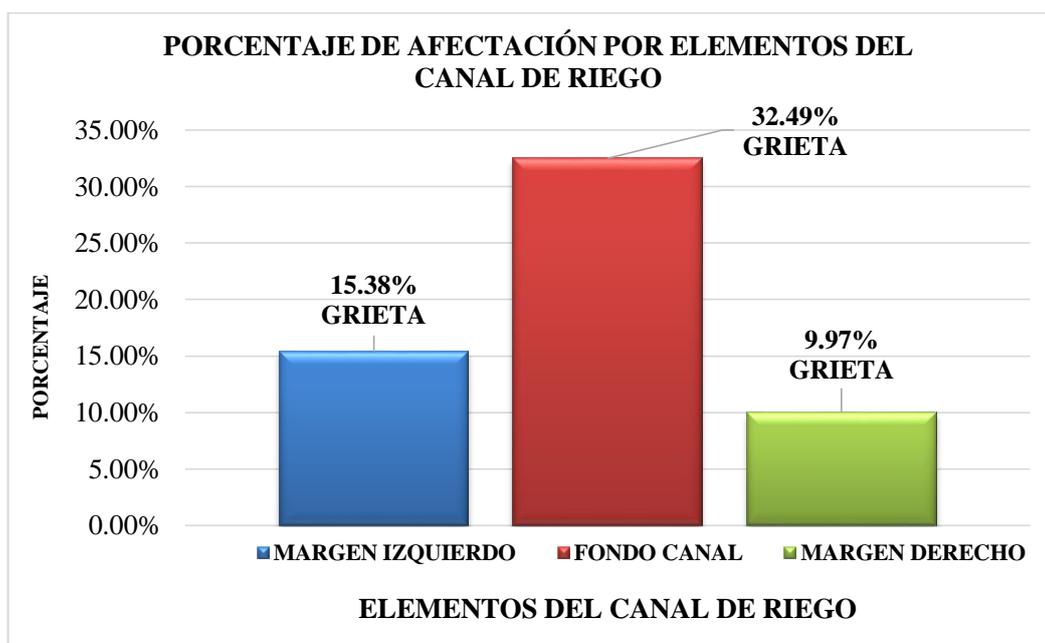


Gráfico 45. Porcentaje de afectación por elementos del canal de riego.

Tabla 23. Resumen de resultados de las unidades muestrales del canal de riego.

UNIDAD MUESTRAL	L (m)	ÁREA (m ²)	TOTAL ÁREA AFECTADA (m ²)	TOTAL ÁREA NO AFECTADA (m ²)	% DE AREA AFECTADA	% DE AREA NO AFECTADA	TIPOS DE PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD
UM-01	20	20	7.37	12.64	36.83%	63.18%	GRIETA	MODERADO
UM-02	20	20	6.85	13.15	34.26%	65.74%	GRIETA	SEVERO
UM-03	20	20	6.93	13.07	34.67%	65.34%	GRIETA	MODERADO
UM-04	20	20	2.96	17.04	14.79%	85.21%	GRIETA	MODERADO
UM-05	20	20	1.77	18.24	8.83%	91.18%	GRIETA	MODERADO
UM-06	20	20	2.77	17.23	13.83%	86.17%	GRIETA	SEVERO
UM-07	20	20	2.73	17.27	13.63%	86.37%	GRIETA	SEVERO
UM-08	20	20	2.44	17.56	12.22%	87.78%	GRIETA	MODERADO
UM-09	20	20	2.12	17.88	10.60%	89.40%	GRIETA	SEVERO
UM-10	20	20	5.24	14.76	26.18%	73.82%	EROSION	MODERADO
UM-11	20	20	1.76	18.24	8.82%	91.18%	GRIETA	MODERADO
UM-12	20	20	5.90	14.10	29.52%	70.48%	EFLORESCENCIA	MODERADO
UM-13	20	20	4.73	15.27	23.65%	76.35%	GRIETA	SEVERO
TOTAL	260	260	53.56	206.44	20.60%	79.40%	GRIETA	MODERADO

PORCENTAJE DE AFECTACION DEL CANAL DE RIEGO POR PATOLOGIAS EN LAS UNIDADES MUESTRALES

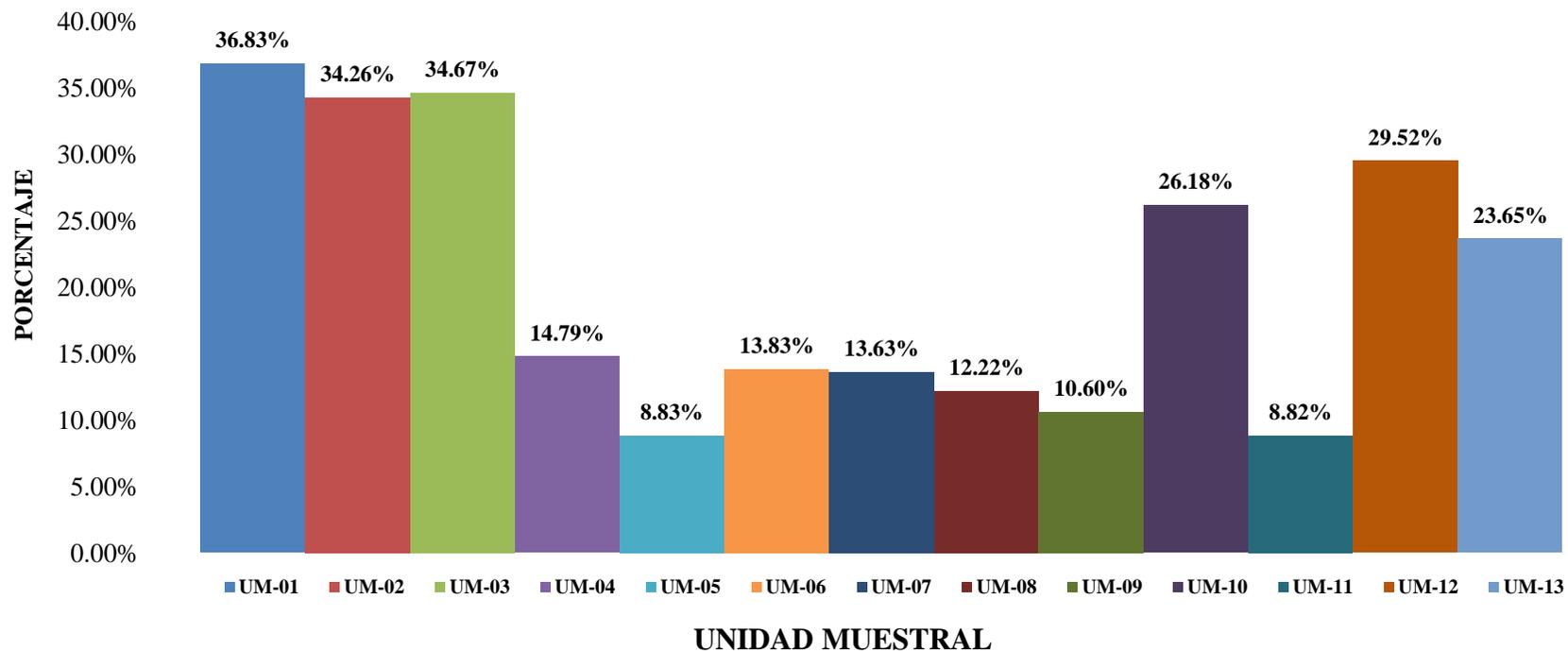


Gráfico 46. Porcentaje de afectación del canal de riego por patologías en las unidades muestrales.

5.2. Análisis de Resultados

Luego de haber procesado la información tomada del campo para cada Unidad Muestral en la ficha de evaluación del canal de riego, se tiene los siguientes resultados obtenidos:

- Agrupando los resultados de todas las Unidades Muéstrales; de acuerdo a la tabla 21 y el gráfico 44, la incidencia de patologías es principalmente por erosión 73.25% (39.24m²) con un nivel de severidad moderado, seguido de eflorescencia 19.79% (10.60m²) con un nivel de severidad moderado, los de menor incidencia son: grietas 4.82% (2.58m²) con un nivel de severidad severo, fisuras 1.36% (0.73m²) con un nivel de severidad moderado y vegetación 0.78% (0.42m²) con un nivel de severidad leve.
- De la tabla 22 y el gráfico 45, se puede determinar que los elementos del canal de riego con mayor daño patológico son: el fondo de canal (FC) de riego con 32.49% (33.79m²) el tipo de patología que predomina es la grieta con un nivel de severidad severo, seguido por el margen izquierdo (MI) del canal de riego con 15.38% (12m²) el tipo de patología que predomina es la grieta con un nivel de severidad severo; y el margen derecho (MD) del canal de riego con 9.97% (7.78m²) donde también predomina la grieta con un nivel de severidad moderado; la razón por la cual estos elementos son los más afectados es por la acción de las patologías anteriormente mencionadas, como son: erosión, eflorescencia, grietas, fisura y vegetación; donde el denominador común del nivel de severidad es la grieta que corresponde a moderado.

- De los resultados agrupados en la tabla 23 y el gráfico 46, al analizar el nivel de severidad de las patologías en cada una de las Unidades Muestrales obtuvimos el resultado del gráfico 47, de la cual podemos ver que el 20.60% (53.56m²) del área del canal de riego en estudio se encuentra afectada y el tipo de patología que predomina es la grieta, lo cual corresponde a un nivel de severidad Moderado, por lo tanto su condición de servicio es regular, porque cumple con la función de transportar el recurso hídrico de una manera continua y normal.

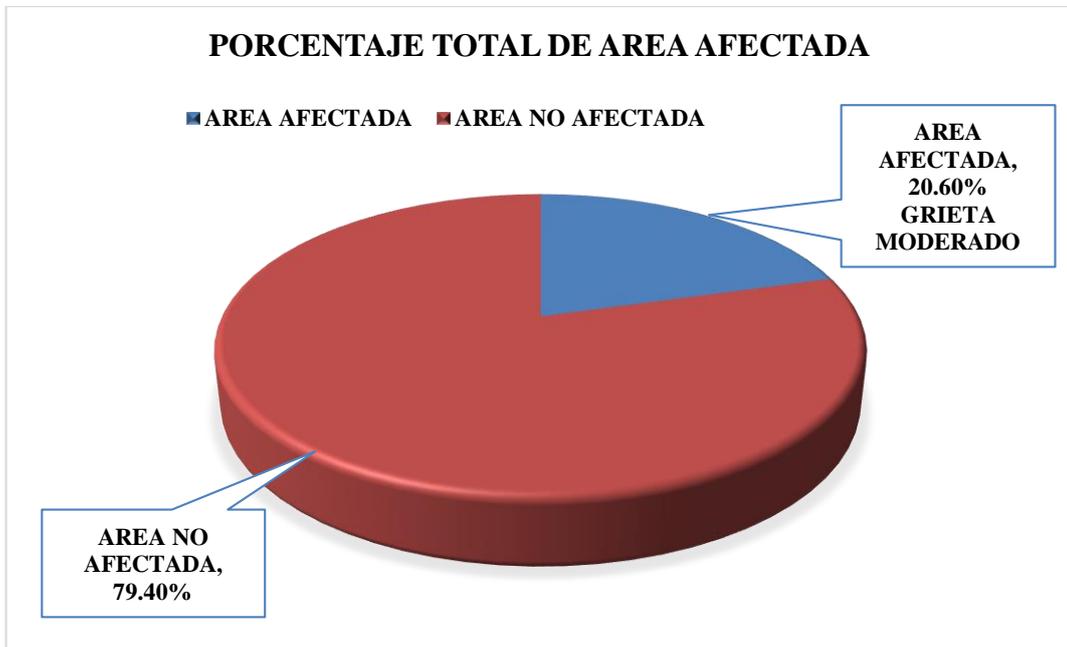


Gráfico 47. Porcentaje total de área afectada por patologías del canal de riego en Unidades Muestrales del 01 al 13.

V. CONCLUSIONES

- Los tipos de patologías presentes en el concreto del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash; la mayor incidencia es por: erosión 73.25% (39.24m²) con un nivel de severidad moderado y eflorescencia 19.79% (10.60m²) con un nivel de severidad moderado, mientras los de menor incidencia son: grietas 4.82% (2.58m²) con un nivel de severidad severo, fisuras 1.36% (0.73m²) con un nivel de severidad moderado y vegetación 0.78% (0.42m²) con un nivel de severidad leve; siendo el nivel de severidad de todo el conjunto moderado; la causa para que se produzca el alto índice de erosión es por la alta pendiente del canal de riego, lo cual el agua que circula genera esfuerzos mecánicos de golpe y rozamiento con la consiguiente pérdida de material superficial; así como también se observan eflorescencias en las paredes del canal de riego, que es producto del alto grado de humedad, las sales se activan y por el fenómeno de la capilaridad empiezan a producirse las eflorescencias, como consecuencia de la ascensión de agua a través de la estructura porosa del canal de riego, esto se da porque el suelo del canal de riego en estudio es arcilloso y es por ello que tiene una porosidad alta.
- El nivel de severidad de las patologías en el concreto del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja, desde el tramo (5+000km al 6+000km) del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash; es moderado, tal es así que podemos concluir que del área total en estudio que es 260m², sólo el 20.60% (53.56m²) del área del canal de riego se encuentra afectada y el tipo de patología que predomina es la grieta, lo cual

corresponde a un nivel de severidad moderado, mientras que el 79.40% (206.44m²) del área total no está afectada por patologías.

- De acuerdo a los resultados de la investigación, el estado del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja en el distrito de Yungar; es regular, por lo tanto su condición de servicio es regular, porque cumple con la función de transportar el recurso hídrico de una manera continua y normal; además los tipos de patologías encontrados en el concreto del canal de riego sólo implica una pequeña rehabilitación en los tramos afectados de junta a junta, y no en su totalidad del canal de riego, ya que los paños que presentan grietas podrían ser demolidos y las otras patologías al no ser de tipo estructural no afectarían su condición de servicio.

Aspectos complementarios

Recomendaciones

- Las fisuras y grietas en el concreto se dan por cambios volumétricos significativos, estos cambios son expansiones y contracciones; la expansión origina esfuerzos de compresión y la contracción origina esfuerzos de tracción, y como el concreto es débil a esto se produce la fisuración y agrietamiento cuando éste sobrepasa sus valores de resistencia, es por ello que se deben tomar las medidas pertinentes en todas las etapas del proceso constructivo, tales como: el suelo donde ira la estructura deberá estar bien compactado, los insumos y materiales a emplear deberán cumplir con las especificaciones técnicas para cada tipo de concreto, el uso correcto de los equipos y herramientas, evitar las contracción plástica en el fraguado y contracción por secado.
- Es importante realizar periódicamente los trabajos de operación y mantenimiento del canal de riego, para mantener en óptimas condiciones de servicio y garantizar su funcionabilidad y asegurar su permanencia en el tiempo; estos trabajos tienen que ver con la limpieza del cauce de sedimentos, eliminación de malezas y/o vegetación, que muchas veces el agua lleva en suspensión o arrastre, dando lugar a la formación de sedimentos los cuales causan perjuicio en la medida que reduce la capacidad de conducción de los canales, si no se le da la importancia y acción correctiva del caso en forma oportuna podría encadenar problemas serios al sistema hidráulico.
- Debido a la alta pendiente, el canal de riego de Huarmey requiere la construcción de obras de arte como: dissipadores de energía, aliviaderos o rápidas para reducir

la velocidad de agua y por consiguiente evitar erosiones considerables sobre los elementos del canal.

- Cuando ocurren las fisuras o grietas, lo recomendable es realizar el resane en las losas de concreto; los agrietamientos o erosiones se reparan empleando morteros de cemento-arena, picando y limpiando previamente los daños ocasionados, aplicando una lechada de agua-cemento sobre el concreto viejo antes de colocar el mortero. Si se producen fracturas de consideración del canal, es necesario reemplazar algunos paños del revestimiento, compactando antes el terreno donde éste se apoyará. Mientras tanto en las juntas de dilatación, previa labor de limpieza de la misma, se debe restituir el material original deteriorado con materiales flexibles (brea, asfalto, resinas, etc.)
- La erosión en el canal se puede verificar por el desgaste de los márgenes y el fondo de canal, pues se sabe que la excesiva pendiente aumenta, la velocidad del agua y la poca pendiente, disminuye la velocidad del agua ocasionando la acumulación de piedras y otros materiales en el fondo de canal. Entonces podemos concluir que un factor determinante para esta patología reside en qué medida la superficie expuesta al desgaste puede ser tan resistente desde el punto de vista estructural o mecánico. A medida que la pasta se desgasta los agregados finos y gruesos quedan expuestos; la erosión y sus impactos provocarán una degradación adicional relacionada con agregados y la dureza de los agregados. Debido a que la erosión ocurre en la superficie, del fondo y las márgenes del canal, con esto se puede deducir como afecta una patología a la estructura y que se debe tener en consideración en su proceso constructivo lo siguiente: baja relación agua-cemento en la superficie, utilizar aditivos reductores del agua, una

mezcla dosificada de manera de eliminar la exudación, y una correcta gradación del agregado fino y el agregado grueso: el tamaño máximo del agregado grueso se debería seleccionar de manera de optimizar la trabajabilidad y minimizar el contenido de agua.

- La eflorescencia no causa problemas estructurales, la naturaleza de las sales que forman las eflorescencias son variadas; en este caso las eflorescencias blancas encontradas de sulfatos muy solubles, puede bastar un cepillado cuidadoso y un lavado con agua pura.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Fernández de Castro Suarez E. Propuestas Metodológicas para la caracterización de testigos de presa con problemas expansivos. Tesis de master- Ingeniera Estructural y de la construcción. Barcelona España: Universitat Politecnica de Catalunya; 2012.
2. Crespo Pérez D. Propuesta de Procedimiento para la Evaluación y Diagnóstico de obras Hidráulicas. Trabajo de Diplomado. Santa Clara Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Ingeniería Hidráulica; 2015.
3. Ortiz Pedraza HC. Evaluación de las patologías en planta potabilizadoras de la ciudad de Santa Clara. Trabajo de Diplomado. Santa Clara Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Ingeniería Hidráulica; 2016.
4. Córdova Carhuapoma R. Mejoramiento del Sistema Hidraulico de riego del Caserio de Mossa-Distrito Santa Catalina de Mossa- provincia de Morropon - Piura. tesis para optar Titulo profesional de ingeniero Agrícola. Piura: Universidad Nacional de Piura, Ingeniería Agrícola; 2014.
5. Solsol Robles AR. “Análisis de Costos en el proceso Constructivo del canal Cullicocho-Chaquicocho ubicado en área protegida (Parque Nacional Huascarán”. Tesis para optar el titulo de Ingeniería Agrícola. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de ingeniería Agrícola; 2015.
6. Castro Linares CC, Pérez Sevillano EA. “Mejoramiento e identificación de riesgos en el canal La Peligrosa Marmot. Gran Chimú”. Tesis para optar el titulo de ingeniero Agrícola. Trujillo: Univesidad Nacional de Trujillo, Facultad de ciencias agropecuarias; 2016.
7. Tabacchi Orbegozo RP. “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de regadio, entre las progresivas 0+000 - 1+000 del distrito de Culebras, provincia de Huarmey, departamento de Ancash – Febrero 2015”. Para optar el título

- de Ingeniero Civil. Chimbote: Universidad Católica Los ángeles de Chimbote, Escuela Profesional de ingeniería civil; 2015.
8. Sánchez Godos SM. “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de irrigación Huapish en la comunidad Vicos, entre las progresivas 0+000-0+817 del distrito de Marcara, Provincia de Crhuaz ,departamento de Ancash- diciembre 2015”. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Chimbote: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería Civil; 2015.
 9. Llanos Centurion KR. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego el pueblo entre las progresivas 3+000 al 4+000 en el sector Cahuacucho el distrito de Buenavista alta, provincia de Casma, región Áncash, enero 2016. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería Civil; 2016.
 10. Rodríguez Ruiz P. Hidráulica II. Primera Edición ed. Lima; 2008.
 11. Condori Luque HM. Monografias.com. [Online].; 2004 [cited 2018 Abril 02. Available from: <http://www.monografias.com/trabajos19/canales/canales.shtml>.
 12. Autoridad Nacional del Agua. Manual Criterios de diseños de obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hidrico. [Online].; 2010 [cited 2018 Abril 05. Available from: <http://www.ana.gob.pe/media/389716/manual-dise%C3%B1os-1.pdf>
 13. Rivva López E. Naturaleza y materiales del concreto. Primera Edición. Lima; 2000.
 14. E. Harmsen T. Diseño de estructuras de concreto armado. Tercera Edición. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica. Lima; 2002.
 15. Figueira G, Yajure J. Análisis patológico en fallas estructurales en la sucursal 730 del banco de Venezuela. Tesis de Grado. Estado en Aragua en Venezuela: Universidad Nueva Esparta. Maracay; 2016.

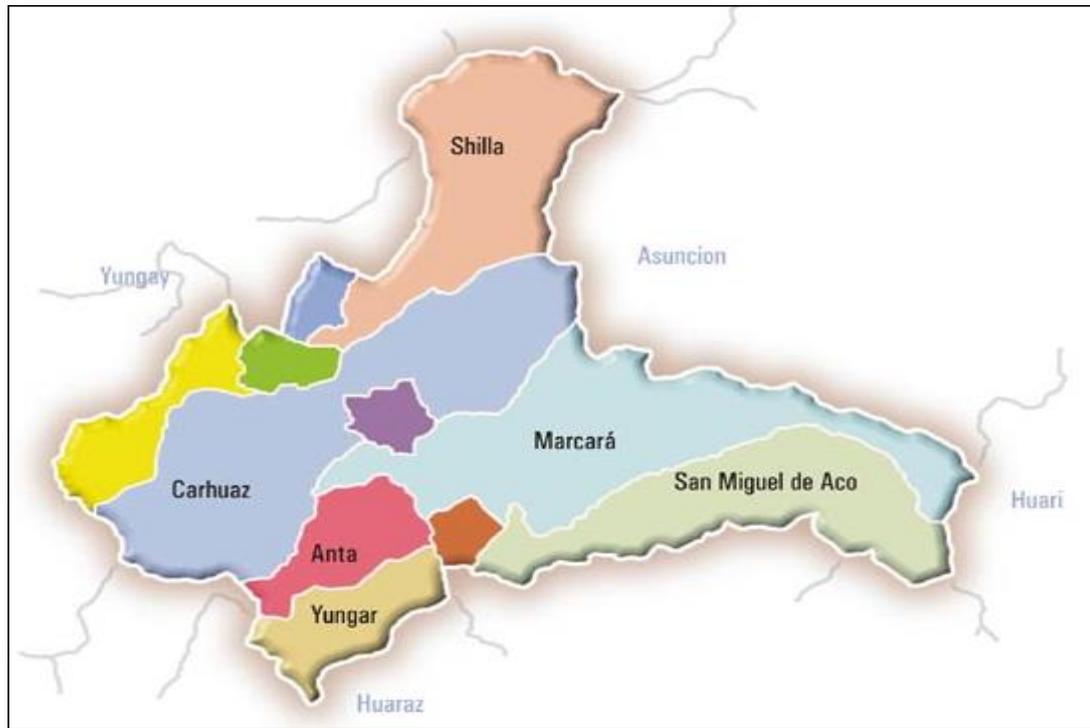
16. Rivva López E. Durabilidad y Patología del Concreto. Fondo Editorial del Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima; 2006.
17. Rivera López GA. Concreto Simple. [Online].; 2013 [cited 2018 Agosto 01. Available from:
<https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>
18. Rivera Feijoo J. Diseño Estructural de Obras Hidráulicas. Primera Edición. Colegio de Ingenieros del Perú. Lima; 2001.
19. Silva OJ. Blog 360° en Concreto. [Online].; 2016 [cited 2018 Abril 10. Available from:
<http://blog.360gradosenconcreto.com/la-patologia-del-concreto/>.
20. Safranez C. Informes de la Construcción. [Online].; 2000 [cited 2018 Marzo 16. Available from:
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/2620/2932>.
21. Flores Tantaleán L. <http://www.topconsult.com.pe/articulos>. [Online].; 2014 [cited 2018 Marzo 20. Available from:
http://www.topconsult.com.pe/articulos/Fibra_carbono_Peru_-_Entendiendo_naturaleza_y_proceso_deterioro_concreto.pdf.
22. Reyes Lizcano FA.
http://www.academia.edu/6388436/MANUAL_PARA_EL_MANTENIMIENTO_DE_LA_RED_VIAL_SECUNDARIA_PAVIMENTADA_Y_EN_AFIRMADO_EQUIPO_DE_TRABAJO. [Online].; 2018 [cited 2018 Marzo 16. Available from:
www.academia.edu/.../MANUAL_PARA_EL_MANTENIMIENTO_DE_LA_RED_VI
23. Osorio JD. blog.360gradosenconcreto.com/que-hacer-cuando-se-presenta-fisuras-en-el-concreto/. [Online].; 2011 [cited 2018 Marzo 20. Available from:

<http://blog.360gradosenconcreto.com/que-hacer-cuando-se-presenta-fisuras-en-el-concreto/>.

24. Monjo Carrio J. Patología de Cerrameintos y Acabados Arquitectonicos. Segunda Edicion. Editorial Munilla – Leria. Madrid; 1997.

ANEXOS

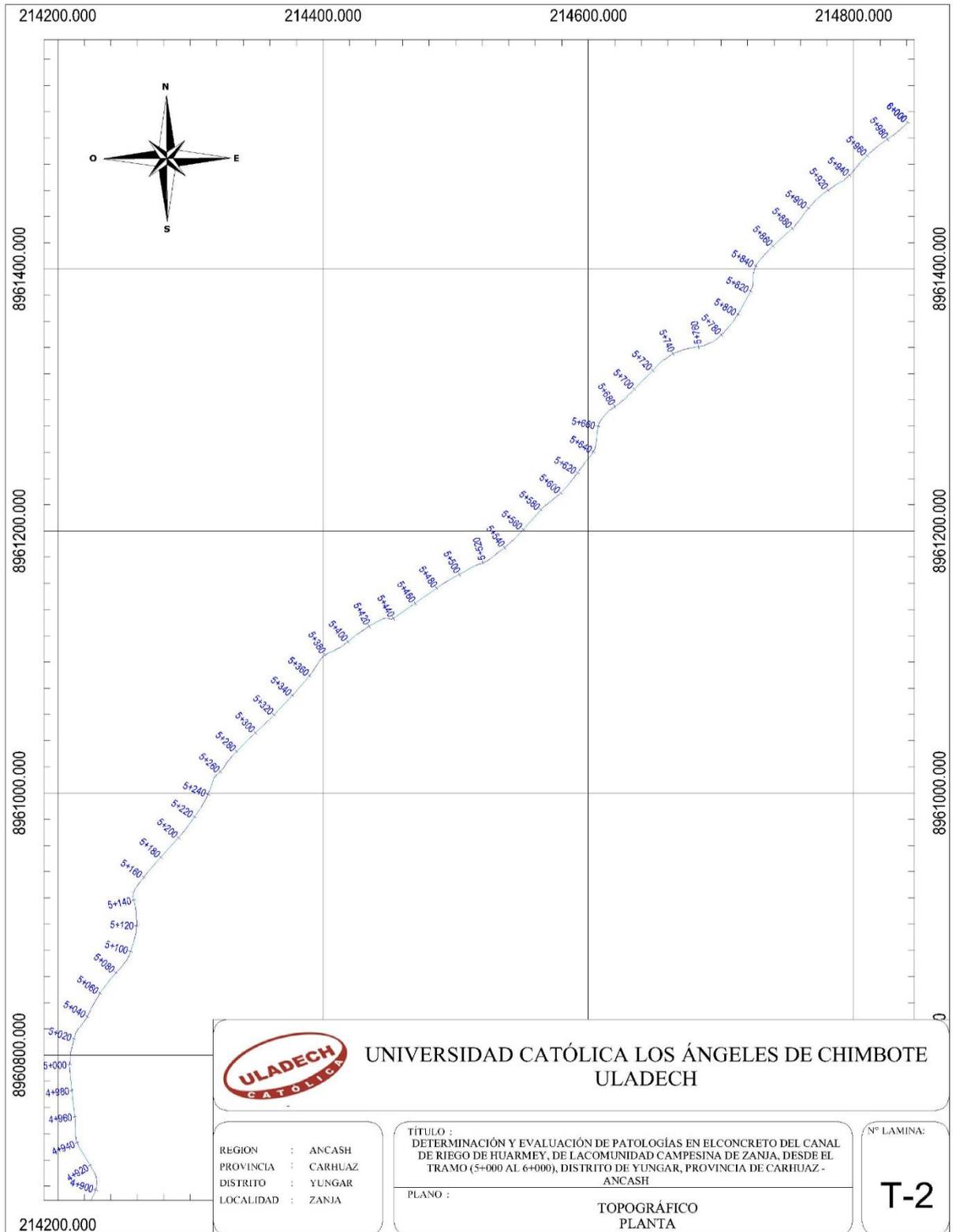
ANEXO 01. Mapa de Ubicación del Distrito de Yungar dentro de la Provincia de Carhuaz.



Mapa de Ubicación del Canal de Riego desde Google Earth



ANEXO 02. PLANO EN PLANTA DEL CANAL DE RIEGO EN EL TRAMO (5+000 - 6+000) KM



ANEXO 03. CRONOGRAMA.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																
MESES DEL AÑO 2018																
MESES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
ACTIVIDADES/SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elección del Problema	■															
Elaboración del Proyecto		■														
Revisión Bibliográfica			■													
Redacción de Proyecto				■	■											
Visita al Campo				■	■											
Recolección de Datos						■	■									
Procesamiento de la Información								■	■							
Interpretación y Discusión de Resultados										■	■					
Redacción del Proyecto Final												■	■			
Empastado														■	■	
Sustentación																■

ANEXO 04. PRESUPUESTO.

DESCRIPCION	UND.	CANT.	P.U. REFER.	PARCIAL REFER.
1. MATERIALES DE ESCRITORIO E IMPRESIÓN				S/. 847.50
PAPELES	Millar	1.50	25.00	37.50
LAPICEROS	und.	10.00	0.50	5.00
COPIAS	und.	1.00	150.00	150.00
CD/DVD	und.	5.00	1.00	5.00
PAPELOTES	und.	20.00	0.50	10.00
PLUMONES	und.	10.00	2.00	20.00
IMPRESIÓN	und.	1.00	180.00	180.00
LOGISTICA E INFORMACION	und.	1.00	200.00	200.00
EMPASTADO	und.	3.00	30.00	90.00
MATERIALES FILMICOS	glb	1.00	150.00	150.00
2. VIATICOS				S/. 340.00
ALIMENTACION	glb	1.00	60.00	60.00
TRANSPORTE	glb	1.00	200.00	200.00
OTROS	glb	1.00	80.00	80.00
TOTAL VALOR REFERENCIAL				1,187.50

ANEXO 05. PANEL FOTOGRAFICO



Vista de las actividades de aforo del canal de riego.



Vista de las actividades de toma de medidas de las secciones del canal de riego.



Vista del canal de riego de Huarmey de la comunidad campesina de Zanja transportando el recurso hídrico para el riego de parcelas.



Vista de toma de datos de grietas, fisuras y eflorescencia para la evaluación del canal de riego.



Vista del canal de riego de Huarmey, donde se puede ver la gran pendiente que tiene en ciertos tramos y de esta manera se da en mayor grado la erosión en estos puntos.



Vista del canal de riego de Huarmey, donde se puede ver la gran pendiente que tiene en ciertos tramos para que ocurra mayor erosión.



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+000 - 5+020)



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+080 - 5+100)



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+160 - 5+180)



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+220 - 5+240)



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+300 - 5+320)



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+380 - 5+400)



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+460 - 5+480)



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+540 - 5+560)



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+540 - 5+560)



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+620 - 5+640)



Vista de patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+700 - 5+720)



Vista de toma de datos de las patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+840 - 5+860)



Vista de toma de datos de las patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+840 - 5+860)



Vista de las patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+920 - 5+940)



Vista de las patologías del canal de riego de Huarmey en el tramo (5+980 - 6+000)



Vista del canal de riego de Huarmey en la parte más baja del trayecto.

ANEXO 06. Tablas de registro de datos de campo para la verificación de las fichas de evaluación del proyecto de investigación.

UNIDAD MUESTRAL 01

EROSION	
MI	2.5%
FC	6.0%
MD	3.0%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.6	6.00	1.65	0.01	0.02	0.28%
	2	1.8		0.40	0.05	0.02	0.33%
	3	2.5		11.30	0.06	0.68	11.30%
	4			6.00	0.15	0.90	15.00%
	5					0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	6		12.00	0.40	4.80	60.00%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.4	6.00	1.80	0.01	0.02	0.30%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	3		8.15	0.05	0.41	6.79%
	4			5.25	0.10	0.53	8.75%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 02

EROSION	
MI	3.0%
FC	4.0%
MD	2.2%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.8	6.00	4.20	0.01	0.04	0.70%
	2	7		2.30	0.10	0.23	3.83%
	3	3		15.00	0.06	0.90	15.00%
	4			5.00	0.15	0.75	12.50%
	5			1.00	0.10	0.10	1.67%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	4		10.00	0.40	4.00	50.00%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.5	6.00	3.00	0.01	0.03	0.50%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	2.2		10.00	0.05	0.50	8.33%
	4			3.00	0.10	0.30	5.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 03

EROSION	
MI	2.5%
FC	3.0%
MD	2.0%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.3	6.00	3.50	0.01	0.04	0.58%
	2	2.4		0.60	0.40	0.24	4.00%
	3	2.5		12.00	0.05	0.60	10.00%
	4			3.00	0.10	0.30	5.00%
	5			3.18	0.10	0.32	5.30%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1	0.4	8.00	1.20	0.01	0.01	0.15%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	3		9.50	0.40	3.80	47.50%
	4			6.30	0.18	1.13	14.18%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.4	6.00	1.80	0.01	0.02	0.30%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	2		7.40	0.04	0.30	4.93%
	4			1.80	0.10	0.18	3.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 04

EROSION	
MI	3.1%
FC	3.0%
MD	1.5%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.6	6.00	1.70	0.01	0.02	0.28%
	2	2.8		0.40	0.10	0.04	0.67%
	3	3.1		7.80	0.04	0.31	5.20%
	4			1.18	0.16	0.19	3.15%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1	0.3	8.00	1.36	0.01	0.01	0.17%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	3		4.90	0.40	1.96	24.50%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.4	6.00	2.32	0.01	0.02	0.39%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	1.5		5.60	0.04	0.22	3.73%
	4			1.80	0.10	0.18	3.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 05

EROSION	
MI	2.5%
FC	2.0%
MD	1.5%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.7	6.00	2.70	0.02	0.05	0.90%
	2	2.5		0.45	0.15	0.07	1.13%
	3	2.5		8.25	0.04	0.33	5.50%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1	0.3	8.00	2.20	0.01	0.02	0.28%
	2	3.9		0.50	0.10	0.05	0.63%
	3	2		3.40	0.30	1.02	12.75%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.3	6.00	2.15	0.01	0.02	0.36%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	1.5		5.00	0.04	0.20	3.33%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 06

EROSION	
MI	2.0%
FC	5.0%
MD	1.5%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.4	6.00	2.35	0.01	0.02	0.39%
	2	2.25		0.30	0.05	0.02	0.25%
	3	2		6.40	0.04	0.26	4.27%
	4			2.40	0.10	0.24	4.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1	0.3	8.00	1.90	0.01	0.02	0.24%
	2	6		0.40	0.10	0.04	0.50%
	3	5		4.00	0.40	1.60	20.00%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.3	6.00	1.48	0.01	0.01	0.25%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	1.5		7.70	0.04	0.31	5.13%
	4			2.50	0.10	0.25	4.17%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 07

EROSION	
MI	3.0%
FC	2.0%
MD	4.0%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFETADA
MI	1	0.9	6.00	3.80	0.02	0.08	1.27%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	3		3.72	0.05	0.19	3.10%
	4			5.50	0.13	0.72	11.92%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2	4.2		0.40	0.10	0.04	0.50%
	3	2		4.35	0.25	1.09	13.59%
	4			2.80	0.10	0.28	3.50%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.7	6.00	2.65	0.02	0.05	0.88%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	4		2.40	0.05	0.12	2.00%
	4			1.40	0.12	0.17	2.80%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 08

EROSION	
MI	0.0%
FC	2.0%
MD	0.0%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.7	6.00	0.90	0.02	0.02	0.30%
	2	1.8		0.40	0.05	0.02	0.33%
	3			0.00	0.00	0.00	0.00%
	4			3.05	0.18	0.55	9.15%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2	4		0.40	0.04	0.02	0.20%
	3	2		3.40	0.30	1.02	12.75%
	4			1.90	0.15	0.29	3.56%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1		6.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2	2		0.40	0.04	0.02	0.27%
	3			0.00	0.00	0.00	0.00%
	4			2.60	0.20	0.52	8.67%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 09

EROSION	
MI	3.0%
FC	2.0%
MD	3.0%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.5	6.00	1.40	0.01	0.01	0.23%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	3		8.20	0.05	0.41	6.83%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2	10		1.00	0.40	0.40	5.00%
	3	2		3.30	0.20	0.66	8.25%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1		6.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2	2		0.40	0.04	0.02	0.27%
	3	3		7.00	0.05	0.35	5.83%
	4			1.50	0.18	0.27	4.50%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 10

EROSION	
MI	0.0%
FC	6.0%
MD	0.0%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.5	6.00	2.90	0.01	0.03	0.48%
	2	2.6		0.30	0.05	0.02	0.25%
	3			0.00	0.00	0.00	0.00%
	4			7.30	0.10	0.73	12.17%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	6		9.40	0.40	3.76	47.00%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.3	6.00	4.25	0.01	0.04	0.71%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3			0.00	0.00	0.00	0.00%
	4			5.50	0.12	0.66	11.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 11

EROSION	
MI	2.4%
FC	2.8%
MD	2.6%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.5	6.00	1.15	0.05	0.06	0.96%
	2	4		0.42	0.10	0.04	0.70%
	3	2.4		7.60	0.05	0.38	6.33%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	2.75		3.80	0.25	0.95	11.88%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.4	6.00	0.95	0.01	0.01	0.16%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	2.6		6.50	0.05	0.33	5.42%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 12

EROSION	
MI	2.1%
FC	4.0%
MD	0.0%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.3	6.00	1.65	0.01	0.02	0.28%
	2	2		0.47	0.05	0.02	0.39%
	3	2.1		6.40	0.05	0.32	5.33%
	4			2.25	0.14	0.32	5.25%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	4		11.50	0.40	4.60	57.50%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.3	6.00	1.20	0.01	0.01	0.20%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3			6.10	0.05	0.31	5.08%
	4			2.60	0.12	0.31	5.20%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

UNIDAD MUESTRAL 13

EROSION	
MI	2.9%
FC	3.5%
MD	3.1%

	P	ESP.(mm)	AREA (MI)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MI	1	0.4	6.00	1.40	0.01	0.01	0.23%
	2	4.5		0.70	1.20	0.84	14.00%
	3	2.9		5.15	0.05	0.26	4.29%
	4			2.45	0.12	0.29	4.90%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (FC)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
FC	1		8.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	2			0.00	0.00	0.00	0.00%
	3	3.5		8.90	0.25	2.23	27.81%
	4			0.00	0.00	0.00	0.00%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%

	P	ESP.(mm)	AREA (MD)	L(m)	A(m)	AREA AFECTADA	% AREA AFECTADA
MD	1	0.5	6.00	0.75	0.01	0.01	0.13%
	2	2.5		0.45	1.00	0.45	7.50%
	3	3.1		1.75	0.05	0.09	1.46%
	4			3.70	0.15	0.56	9.25%
	5			0.00	0.00	0.00	0.00%