

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL
DETERIORO DEL CONCRETO HIDRÁULICO PARA PROPONER
ACCIONES CORRECTIVAS EN EL CANAL YESO. AIJA 2022”**

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

Presentado Por:

Bach. ANTÚNEZ CARRANZA ELENA SILVIA

Asesor:

Mag. MEJÍA ZUÑIGA EUGENIO JULÍAN

Huaraz - Ancash - Perú

2023

i





ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentado por la Bachiller en Ciencias de Ingeniería Agrícola **ELENA SILVIA ANTÚNEZ CARRANZA**, denominada: "EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DETERIORO DEL CONCRETO HIDRÁULICO PARA PROPONER ACCIONES CORRECTIVAS EN EL CANAL YESO. AIJA 2022", y patrocinado por el Mag. **EUGENIO JULIÁN MEJÍA ZÚÑIGA**; Escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADO

CON EL CALIFICATIVO (*)

QUINCE (15)

En consecuencia, queda en condición de ser calificada APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de INGENIERO AGRÍCOLA, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 11 de mayo de 2023.

Dr. FIDEL GREGORIO APARICIO ROQUE
PRESIDENTE

Mag. FRANCISCO ESPINOZA MANCISIDOR
SECRETARIO

Mag. ESTEBAN PEDRO REYES ROQUE
VOCAL

Mag. EUGENIO JULIÁN MEJÍA ZÚÑIGA
ASESOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).



Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

Presentado por:

con DNI N°:

para optar el Título Profesional de:

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11 ° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje		Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda <input checked="" type="radio"/>
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz,



FIRMA

Apellidos y Nombres: _____

DNI N°: _____

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DETERIORO DEL CONCRETO HIDRÁULICO PARA PROPONER ACCIÓN

AUTOR

ELENA SILVIA ANTUNEZ CARRANZA

RECUENTO DE PALABRAS

22917 Words

RECUENTO DE CARACTERES

119731 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

134 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

14.9MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 7, 2023 8:41 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 7, 2023 8:43 AM GMT-5

● 14% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Bloques de texto excluidos manualmente

DEDICATORIA

A mis padres Genaro y Perpetua, por el infinito esfuerzo realizado día a día y fortaleza brindada durante el proceso de mi formación profesional.

Elena Silvia Antúnez Carranza

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, por acogerme en sus aulas para mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y docentes, por compartir sus conocimientos y experiencias vividas, que fueron fundamental para mi formación profesional.



CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO.....	iv
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema.....	3
Descripción del Problema.....	3
Formulación del Problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.3. Justificación.....	6
1.4. Delimitación.....	7
II. MARCO TEORICO	9
2.1. Antecedentes de Investigación.....	9
2.2. Bases Teóricas.....	13
III. MATERIALES Y METODOS	36
3.1. Tipo de Investigación.....	36
3.2. Diseño de Investigación.....	36
3.3. Población y Muestra.....	36
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	36
3.5. Plan de Procesamiento y Análisis estadístico de Datos.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1. Presentación de Resultados.....	44
4.2. Prueba de hipótesis.....	83
4.3. Discusión.....	83
V. CONCLUSIONES	88
VI. RECOMENDACIONES	90
VII.REFERENCIAS	91
VIII. ANEXO	97
Anexo A. Diagnóstico del deterioro actual en la sección del canal.....	97
Anexo B. Análisis físico químico del agua que discurre en el canal.....	100
Anexo C. Análisis de la calidad del concreto in situ.....	104
Anexo D. Velocidad del flujo de agua en la sección del canal.....	117
Anexo E. Generación de temperaturas extremas (máximas y mínimas) de la estación de Aija.....	118

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Tramo en Estudio.....	8
Figura 2. Elementos Geométricos de la Sección Transversal de un canal.....	14
Figura 3. Esquema de Deterioro Causado por Cambios de Humedad.....	18
Figura 4. Esquema de Deterioro Causado por Ciclos de Hielo y Deshielo.....	19
Figura 5. Tipos de Retracción.....	21
Figura 6. Retracción Plástica.....	22
Figura 7. Retracción Térmica.....	22
Figura 8. Retracción de Secado o Hidráulica.....	23
Figura 9. Recolección de datos del Objetivo Específico 1.....	37
Figura 10. Recolección de datos del Objetivo Específico 2.....	37
Figura 11. Recolección de datos del Objetivo Específico 3.....	38
Figura 12. Recolección de datos del Objetivo Específico 4.....	38
Figura 13. Recolección de datos del Objetivo Específico 5.....	39
Figura 14. Procesamiento de datos del Objetivo Específico 1.....	39
Figura 15. Procesamiento de datos del Objetivo Específico 2.....	40
Figura 16. Procesamiento de datos del Objetivo Específico 3.....	41
Figura 17. Procesamiento de datos del Objetivo Específico 4.....	42
Figura 18. Procesamiento de datos del Objetivo Específico 5.....	43
Figura 19. Mapa de Monitoreo en las Zonas de Estudio.....	73
Figura 20. Variación del Parámetro pH en los Diferentes Puntos de monitoreo.....	74
Figura 21. Variación del Parámetro Sólidos Totales (mg/l) en los Diferentes Puntos de monitoreo.....	75
Figura 22. Variación del Parámetro Sulfatos (mg/l) en los Diferentes Puntos de Monitoreo.....	76
Figura 23. Ubicación de los puntos críticos en el canal de yeso.....	78
Figura 24. Variación de la Resistencia a Compresión del Canal Yeso.....	79

Figura 25. Variación de la Temperatura Máxima Mensual de la Estación de Aija.....	81
Figura 26. Variación de la Temperatura Mínima Mensual de la Estación de Aija.....	82

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los Daños según la Abertura de la Grieta o Fisura.....	24
Tabla 2. Microorganismos y Acciones sobre el Concreto.....	26
Tabla 3. Requisitos para Concreto Expuesto a Soluciones con Sulfatos.....	27
Tabla 4. Clasificación de la Agresividad del Medio Ambiente (por ataque químico), en Función de las Condiciones de Exposición del Concreto en Contacto con el agua.....	28
Tabla 5. Valores del Coeficiente de Rugosidad.....	32
Tabla 6. Formato de Inspección Visual.....	45
Tabla 7. Formato de Inspección Visual.....	46
Tabla 8. Formato de Inspección Visual.....	47
Tabla 9. Formato de Inspección Visual.....	48
Tabla 10. Formato de Inspección Visual.....	49
Tabla 11. Formato de Inspección Visual.....	50
Tabla 12. Formato de Inspección Visual.....	51
Tabla 13. Formato de Inspección Visual.....	52
Tabla 14. Formato de Inspección Visual.....	53
Tabla 15. Formato de Inspección Visual.....	54
Tabla 16. Formato de Inspección Visual.....	55
Tabla 17. Formato de Inspección Visual.....	56
Tabla 18. Formato de Inspección Visual.....	57
Tabla 19. Formato de Inspección Visual.....	58
Tabla 20. Formato de Inspección Visual.....	59
Tabla 21. Formato de Inspección Visual.....	60

Tabla 22.Formato de Inspección Visual.....	61
Tabla 23. Formato de Inspección Visual.....	62
Tabla 24.Formato de Inspección Visual.....	63
Tabla 25.Formato de Inspección Visual.....	64
Tabla 26.Formato de Inspección Visual.....	65
Tabla 27.Formato de Inspección Visual.....	66
Tabla 28. Formato de Inspección Visual.....	67
Tabla 29.Formato de Inspección Visual.....	68
Tabla 30.Formato de Inspección Visual.....	69
Tabla 31.Formato de Inspección Visual.....	70
Tabla 32.Formato de Inspección visual.....	71
Tabla 33. Puntos de Monitoreo en el Tramo en Estudio.....	72
Tabla 34. Resultados del pH en los Puntos de Monitoreo.....	73
Tabla 35. Resultados de los Sólidos Totales (mg/l) en los Puntos de Monitoreo.....	74
Tabla 36. Resultados de los Cloruros (mg/l) en los Puntos de Monitoreo.....	75
Tabla 37.Resultados de los Sulfatos (mg/l) en los Puntos de Monitoreo.....	76
Tabla 38. Puntos Críticos en el Canal Yeso.....	77
Tabla 39. Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Testigos de Concreto Endurecido, Extraídos con Diamantina según Norma ASTM C-42.....	78
Tabla 40. Parámetros Hidráulicos del Canal.....	80
Tabla 41.Número de Froude.....	80
Tabla 42.Temperatura máxima Mensual de (°C), de la Estación de Aija, Provincia de Aija.....	81
Tabla 43.Temperatura Mínima Mensual de (°C), de la Estación de Aija, Provincia de Aija.....	82

RESUMEN

Los canales de riego presentan enfermedades, que afectan su durabilidad, ocasionando deficiencias de conducción. El objetivo fue la evaluación de los factores que influyen en el deterioro del concreto hidráulico para proponer acciones correctivas en el canal Yeso. Aija 2022. La metodología consistió en realizar un diagnóstico del canal, establecer puntos de monitoreo para el análisis de agua en el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM; establecer puntos críticos en el canal para realizar la extracción de núcleos de acuerdo a la norma ASTM C – 42, y someter al ensayo de compresión en el laboratorio 3R GEOINGENIERÍA S.A.C, determinar la velocidad del flujo con la fórmula de Manning y número de Froude; descargar las temperaturas del SENAMHI de la estación convencional de Aija,. Los resultados obtenidos fueron; de acuerdo al diagnóstico sobresalen las grietas y fisuras con niveles de severidad ligero y muy ligero; en relación al análisis físico químico los valores del pH son: 6.87 , 6.97 en los puntos de monitoreo M₁ y M₂ respectivamente, los sólidos totales obtenidos son: 59 mg/l , 60 mg/l en el punto de monitoreo M₁ y M₂ respectivamente, los cloruros son <1 mg/l en los puntos de monitoreo; respecto a la calidad del concreto los valores que resaltan son menores a la f'c de diseño, la velocidad del flujo es 1.37 m/s y el tipo de flujo es supercrítico y las temperaturas extremas se encuentran de -0.9 °C a 21.3 °C. Concluyendo que el deterioro del concreto depende de malas prácticas constructivas, la agresividad moderada del agua, velocidad del flujo, variación de temperaturas y de las retracciones que experimenta desde su concepción que ocasiona fisuras.

Palabras clave: Deterioro, resistencia, temperaturas extremas, velocidad del flujo y retracción.

ABSTRACT

Irrigation canals have diseases that affect their durability, causing conduction deficiencies. The objective was the evaluation of the factors that influence the deterioration of hydraulic concrete to propose corrective actions in the Yeso channel. Aija 2022. The methodology consisted of carrying out a diagnosis of the canal, establishing monitoring points for water analysis in the UNASAM environmental quality laboratory; establish critical points in the channel to carry out the extraction of cores according to the ASTM C – 42 standard, and submit to the compression test in the 3R GEOINGENIERÍA S.A.C laboratory, determine the flow velocity with the Manning formula and Froude number; Download SENAMHI temperatures from Aija conventional station. The results obtained were; according to the diagnosis, cracks and fissures stand out with light and very light severity levels; In relation to the physical-chemical analysis, the pH values are: 6.87, 6.97 at the monitoring points M1 and M2 respectively, the total solids obtained are: 59 mg/l, 60 mg/l at the monitoring point M1 and M2 respectively, chlorides are <1 mg/l at monitoring points; Regarding the quality of the concrete, the values that stand out are lower than the design $f'c$, the flow velocity is 1.37 m/s and the type of flow is supercritical and the extreme temperatures are from $-0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $21.3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Concluding that the deterioration of the concrete depends on bad construction practices, the moderate aggressiveness of the water, flow speed, temperature variation and the retractions that it experiences from its conception that cause cracks.

Key words: Deterioration, resistance, extreme temperatures, speed of flow and shrinkage.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

Descripción del Problema

Según (González, 1989, citado en Perez et al., 2019) refiere que el hombre a pesar de sus conocimientos en materia de construcción no ha podido, hasta el día de hoy, realizar una obra civil que no necesite ser conservada. Se ha observado en todo el mundo que todas las estructuras (edificios, carreteras, puertos, puentes, muelles, túneles, obras de drenaje, etc.) sufren a lo largo de los años debido a los efectos del entorno en el que se construyeron. Los problemas de corrosión y degradación del material surgen de fenómenos naturales mediante los cuales los sistemas químicos expresan su tendencia hacia un estado estable de equilibrio.

Debernardi & Flores (2018) menciona que debido a la baja resistencia a la tracción del concreto, los elementos de este material son proclives a agrietarse. Los elementos (estructuras) de concreto armado se agrietan fundamentalmente por los esfuerzos de tracción ocasionados por las cargas externas y por las deformaciones impuestas por los cambios volumétricos restringidos (creep, retracción, cambios de temperatura) (p.18)

Navareño (2015) menciona que el deterioro del hormigón por ciclo de hielo - deshielo en presencia de sales fundentes es causa frecuente de problemas en los puentes e infraestructuras existentes en los países europeos. Los daños producidos por los ciclos de hielo-deshielo en el hormigón pueden ser internos, fundamentalmente la fisuración y/o externos como el descascarillamiento (desgaste superficial) (p.11)

Según (Halvorson, 1993, citado en Morales, 2017) manifiesta que al igual que otros materiales de construcción se contrae y expande con los cambios de humedad y

temperatura y se deforma dependiendo de la carga y de las condiciones de apoyo. Pueden producir grietas si no se toman las medidas necesarias en el diseño y la construcción para resistir dicho movimiento.

Para Sáenz (2015) dice que los canales de hormigón a menudo están expuestos a condiciones mecánicas, físicas, químicas y biológicas que ponen en riesgo su desempeño y que pueden tener contacto con las estructuras, dependiendo de la ubicación geográfica y el carácter urbano, rural o industrial de la ubicación. La durabilidad del concreto, es la resistencia a los efectos ambientales, químicos o físicos u otros procesos de daño durante el ciclo de vida para el que está diseñado; entonces variara según estos factores sean más o menos agresivos y también según la resistencia a compresión del concreto. En otros casos, el diseño, la calidad de la mezcla o la fabricación inadecuados comprometen la integridad del concreto (p.1)

Para Lopez y Lopez (2014) indica que cualquier error en el diseño, elección de materiales o proceso de construcción puede hacer que se deteriore prematuramente y no cumpla con la vida útil esperada. Y a pesar de que la patología no es visible en un principio, el mal que la provocó se oculta desde el primer momento o antes de la construcción, si la falla se produjo en el proyecto, el problema será irreversible y sólo es cuestión de tiempo que aparezca, de esta manera es duradero y son necesarias las buenas prácticas de construcción para producir un pavimento de concreto de alta calidad (p. 15)

Avila (2011) indica que las enfermedades que se producen en las estructuras de concreto armado son propensas a la corrosión debido a la agresividad del medio en el que se encuentran, en los casos especiales de los muelles portuarios. El ataque de cloruros es una de las causas más importantes de daño a las estructuras de hormigón armado como los muelles. La permeabilidad es la clave para la durabilidad, la

impermeabilidad deficiente puede ser causada por muchas razones, concreto mal preparado, grietas por las razones descritas en esta investigación, etc. Las inspecciones periódicas son muy importantes para alargar la vida de las estructuras y si vemos desde el punto de vista económico, es más económico. reparar el daño inicialmente.

Bedoya (2010) menciona que en la actualidad, existen factores externos que provocan el deterioro de los materiales que conforman la estructura, por la acción del medio ambiente (en mayor magnitud contaminado), ataques químicos, abrasión, y otros. Otras probabilidades de desgaste prematuro de los materiales son: incumplimiento de las especificaciones técnicas y mantenimiento insuficiente de la estructura durante su vida útil (p.1)

Arumí y Jones (2001) señala que las estructuras de riego durante su tiempo de servicio, son vulnerables a daños por inundaciones, sismos o simplemente mantenimiento deficiente, dando origen a las patologías del concreto. Incluso puede haber algunos desperfectos que provoquen accidentes que contaminan las fuentes de agua empleadas para el riego.

Sinche (2018) menciona que en diferentes partes del Perú podemos observar obras hidráulicas con fallas que son evidentes. Estas fallas de deben a la falta de experiencia de los profesionales, malas prácticas en la construcción o proceso de construcción.

Formulación del Problema

En la provincia de Aija existen canales de riego que presentan patologías en el concreto, siendo uno de ellos el canal de riego Yeso, el mismo que tiene una longitud y antigüedad de aproximadamente de 1.230 km y 4 años y 5 meses respectivamente, dando inicio en la progresiva 0+00 ubicada en la compuerta de Shiquin, a una altura

aproximada de 3410 msnm, motivo por la cual se pretende investigar los factores que intervienen en el comportamiento del concreto hidráulico del canal Yeso.

Al concluir la presente investigación me permitió responder la siguiente interrogante:

¿cuáles serán los factores que influyen en el deterioro del concreto hidráulico para proponer acciones correctivas en el canal Yeso. Aija 2022?

1.2. Objetivos

Objetivo General

Evaluar los factores que influyen en el deterioro del concreto hidráulico para proponer acciones correctivas en el canal Yeso. Aija 2022

Objetivos Específicos

Diagnosticar el deterioro actual de las fisuras, grietas y otros en la sección del canal Yeso.

Realizar el análisis químico y físico del agua que discurre en el canal.

Determinar la calidad del concreto in situ.

Evaluar la velocidad del flujo de agua en la sección del canal.

Analizar las temperaturas extremas en periodo crítico de riego.

1.3. Justificación

Teórica

Los resultados de la presente investigación “Evaluación de los factores que influyen en el deterioro del concreto hidráulico para proponer acciones correctivas en el canal Yeso. Aija 2022” generarán un nuevo conocimiento sobre las ya existentes, las cuales servirán como antecedentes para las próximas investigaciones

Metodológica

El tipo de investigación es no experimental – descriptivo y los factores a evaluar serán velocidad del flujo de agua en la sección del canal, los parámetros físicos y químicos del agua, la calidad del concreto in situ y las temperaturas extremas.

Los datos que se obtendrán como la velocidad de flujo se realizara mediante el método del flotador, las muestras extraídas mediante el ensayo de diamantina se realizarán en el laboratorio de 3R Geoingeniería S.A.C, el análisis físico y químico del agua se realizara en el laboratorio de calidad ambiental de la Facultad Ciencias del Ambiente y finalmente el análisis de temperaturas extremas se realizara con los datos del SENAMHI. Debido a que dichos laboratorios son acreditados y garantizaran la confiabilidad y la calidad de los resultados de la investigación.

Practica

Los resultados de esta investigación servirán para mitigar y prevenir el canal Yeso y otros aledaños a la zona de estudio.

Social

Los 25 usuarios de riego del sector Yeso perteneciente al comité de regantes Kakesh del sector hidráulico menor de la Microcuenca del rio San Santiago.

1.4. Delimitación

El presente estudio tendrá como área de estudio el canal Yeso, ubicado en la región Ancash – Perú. Comprende la provincia de Aija, distrito de Aija – Sector Yeso. Dando inicio en la progresiva 0+00 ubicado en la compuerta de shiquin y finalizando en a progresiva 1+230.

Figura 1

Tramo en Estudio



Nota. En la figura se aprecia el canal Yeso en estudio.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de Investigación

Internacionales

Ávila (2011) publicó en su tesis de postgrado titulada “*Patologías, inspección y propuestas de reparación de estructuras de muelles Portuarios-Caso Región Ancash Perú*” *Objetivo:* Plantear una propuesta de inspección no destructiva para este tipo de estructuras y proponer métodos de reparación según el tipo de lesión y según el tipo de elemento estructural. *Método:* El método utilizado es descriptivo no experimental. *Resultado:* La agresión por cloruros es una causa de deterioro para las estructuras de concreto armado. *Concluyó:* El muelle de la municipalidad provincial del Santa está en mejores condiciones que las demás, si bien es cierto se construyó en menos tiempo el concreto es de mejor calidad que las demás.

Avendaño (2006) publicó en su tesis de pregrado titulada “*Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial*” *Objetivo:* Desarrollar un procedimiento para la detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural y realizar su aplicación a un caso de estudio en infraestructura industrial. *Método:* el método utilizado es experimental. *Resultado:* El concreto sufre enfermedades provocadas por los factores que lo componen. Las enfermedades provocadas por factores internos son: reacción álcali-árido, formación de etringita y contracción por secado. *Concluyó:* los ingenieros civiles en Costa Rica no han establecido la normativa aplicable aspectos de durabilidad, reparación y mantenimiento de estructuras de hormigón. Por lo tanto, en ausencia de normatividad, no existen instituciones y laboratorios

especializados que sirvan como herramienta para realizar investigaciones técnicas sobre estos temas.

Nacionales

Debernardi y Flores (2018) publicó en su tesis de pregrado titulada “*Evaluación estructural preliminar de la Bocatoma Chuschuco – Tacna*” *Objetivo:* Determinar el estado estructural preliminar actual de la Bocatoma Chuschuco de la ciudad de Tacna. *Método:* El método utilizado fue descriptivo y explicativo. *Resultado:* la fisuración de la estructura supera los valores especificados y se puede señalar que las resistencias nominales al cortante concuerdan con las resistencias armadas de la desembocadura Chuschuco según reglamento E 060. *Concluyo:* Con base en el análisis, el ancho de grieta fue de 11,33 mm, teniendo en cuenta que los parámetros determinados en base al ancho de grieta permisible en las estructuras de retención de agua son de 0,10 mm.

Shinche (2018) publicó en su tesis de pregrado titulada “*Comportamiento hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas - canal de San Lorenzo - Jauja, 2017.*” *Objetivo:* Analizar el comportamiento hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas - Canal de San Lorenzo - Jauja, 2017. *Método:* Se empleó la estadística descriptiva para el análisis de frecuencias, parámetros de tendencia central y parámetros de tendencia variacional. *Resultado:* El gradiente (topografía) repercute en la velocidad del flujo y juega un papel importante en la erosión (alta velocidad) y en la sedimentación (baja velocidad), la precipitación interfiere con el aumento del flujo de circulación, pero en un porcentaje muy pequeño (0,02 % del flujo proveniente, la temperatura determina la dilatación de losas de concreto (0,45 mm) *Concluyó:* Casi todas estas velocidades no causan sedimentación. Además, el flujo de agua en los canales tiene un régimen sub crítico, se detectaron fallas en el canal: 20 Grietas, 16

desprendimientos de sello de junta, 6 desprendimiento de revestido, 14 asentamientos y 5 separaciones en la junta.

Valeriano (2021) publicó en su tesis de pregrado titulada “*Desempeño del concreto con cemento antisalitre frente a ataque de sulfatos y cloruros*” *Objetivo:* Evaluar el comportamiento del concreto elaborado con cemento antisalitre frente a ataques de sulfatos y cloruros. *Método:* La investigación es descriptiva – experimental: debido a que involucra problemas existentes, ensayos de compresión simple de probetas sometidas a curado con soluciones de cloruros y sulfatos. *Resultado:* De acuerdo con los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión simple de muestras de 3 grupos de curado en los días 7, 14 y 28, se observó que el efecto de los sulfatos (88.3%) es más dañino que el de los cloruros (96.7%), a los 7 días los valores son muy próximo, a medida que pasa el tiempo, los testigos son sometidos a curado en una solución que contiene sulfato de magnesio y cloruro de sodio con valores de resistencia más bajos. *Concluyó:* La exposición a sulfatos y cloruros afecta directamente la resistencia a la compresión simple del concreto ya sea que este haya sido elaborado con cemento IP o HS, el concreto presentó menores valores de resistencia a la compresión simple y esto se va haciendo más evidente con el paso del tiempo.

Locales

Granados (2017) publicó en su tesis de postgrado titulada “Grado de presencia del sulfato con la resistencia a la compresión del concreto, en la ciudad de Huaraz, 2016 - 2017” *Objetivo:* Determinar la relación entre el grado de presencia del sulfato con la resistencia a la compresión del concreto, en la ciudad de Huaraz, 2016 - 2017. *Método:* La investigación es aplicada, experimental: Porque se utilizan conocimientos existentes y ensayos de laboratorio para la solución del problema. *Resultado:* Cuanto menor sea la exposición al sulfato, mayor será la resistencia a la compresión del concreto. *Concluyó:*

El concreto 210 Kg/cm² expuesto al 50% de agente sulfato tiene una pérdida de resistencia promedio de 71.95 Kg/cm², mientras que el concreto expuesto al 100 % tiene una pérdida de resistencia promedio de 87.48 Kg/cm², podemos concluir que el concreto 280 Kg/cm² expuesto al 50 % de agente sulfato tuvo un porcentaje de pérdida de resistencia porcentual de 12.65 %, mientras que el concreto expuesto al 100 % tuvo una pérdida de resistencia porcentual de 19.08 %.

Loli (2019) publicó en su tesis de postgrado titulada “Nivel de deterioro estructural y propuesta de rehabilitación de reservorios de agua potable de concreto armado en la ciudad de Huaraz – año 2016”. Objetivo: Identificación de las principales manifestaciones patológicas presentes en los reservorios de concreto armado del Sistema de Abastecimiento de Agua de la Ciudad de Huaraz, proponiendo intervenciones y considerando la calificación cualitativa del grado de deterioro. Método: Por su propósito esta investigación es aplicada, por el tipo de variables que se evaluarán es de tipo cualitativa, por el tipo de conocimiento que se adquirirá es una investigación exploratoria y proyectiva. Resultado: baja resistencia del concreto en toda la estructura Concluyó: Las principales patologías encontradas en ambos reservorios fueron: fisuración del concreto, eflorescencias por sulfatación y carbonatación, corrosión del acero de refuerzo, descascaramiento de la capa exterior del concreto, humedad en el exterior de las paredes del reservorio y pérdida de la resistencia a la compresión del concreto, por ende se propone la demolición del Reservorio N° 01 del Paraje Batán y la rehabilitación del Reservorio N° 02 del Paraje Acovichay teniendo en cuenta la elaboración de un plan de mantenimiento, rehabilitación y reparación.

Sáenz (2015) publicó en su tesis de pregrado titulada “Evaluación de los factores que influyen en el comportamiento del concreto para proponer acciones correctivas en el canal de la tercera toma de Ranrahirca. Yungay - Ancash” Objetivo: Evaluar los

factores que influyen en el comportamiento del concreto proponiendo acciones conectivas en el canal de la tercera toma de Ranrahirca. Yungay - Ancash. Método: La investigación fue de tipo aplicada de nivel descriptivo y consistió en trabajos de campo como inspección visual, ensayos de laboratorio para hallar la resistencia a la compresión del concreto y 11 parámetros químicos. Resultados: el agente químico no influye en el grado de ataque del concreto, el efecto de la humedad relativa es mínimo, la velocidad del flujo afecta en el deterioro del canal, la resistencia del concreto extraído con broca diamantada muestra un valor menor al que fue diseñado (175 kg/cm^2) Concluyó: El estado actual de la resistencia a compresión del concreto es realmente deficiente este problema lleva a que la estructura no alcance su vida útil prevista en el diseño, esto se debe a tres causas fundamentales: falta de un adecuado estudio de materiales durante la construcción de la obra, falta de un control de calidad efectivo y adecuado durante la construcción, de la evaluación de los parámetros físicos, los resultados se aprecian para el pH como no perjudicial ante la agresividad por ataque físico, pero para el parámetro sólidos disueltos la agresividad es ligera hacia el concreto; la Humedad relativa se aprecia que sí existe un ataque químico mínimo y la velocidad del flujo del canal sí es factor que influye con el avance del deterioro de las paredes del canal de concreto en ciertos tramos esta sobre la velocidad máxima recomendada 2.8 m/seg para canales revestidos con concreto $f_c=90\text{kg/cm}^2$, por lo que éstas son las zonas más vulnerables al desgaste del concreto por fricción.

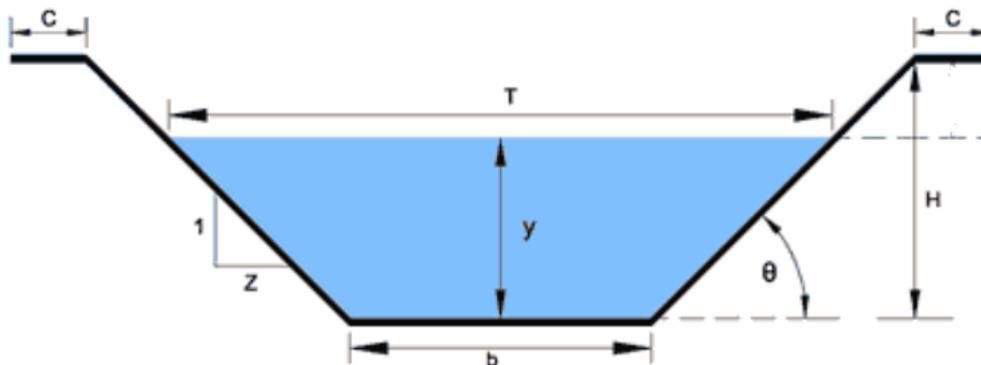
2.2. Bases Teóricas

Canal

Según Villón (1995) los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) o artificiales. Estos últimos pueden incluir conductos cerrados que operan parcialmente llenas (alcantarillas, tuberías).

Figura 2

Elementos Geométricos de la Sección Transversal de un Canal



Nota. En la figura se aprecia los elementos geométricos de la sección transversal de un canal. Tomado de Villon (1995).

Tirante de agua (Y), profundidad media, es la relación entre el área hidráulica y el espejo de agua.

Ancho de la base del canal (B)

Espejo de agua (T), ancho de la superficie libre del agua

Ancho de corona (C)

Profundidad total del canal (H)

Bordo libre (B)

Ángulo de inclinación de las paredes laterales con la horizontal (θ)

Talud (Z), es la relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral (se llama también talud de las paredes laterales del canal). Es decir, Z es el valor de la proyección horizontal cuando la vertical es 1

Concreto hidráulico

Anónimo (s.f) define el concreto hidráulico que está conformado por cemento hidráulico, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua, es impermeable y no absorbe agua aun en horas soleadas, el concreto normal absorbe con el tiempo y se agrieta, este tipo de concretos es más resistente a la intemperie. Este tipo de concreto se utiliza en presas, embalses y estructuras que conducen agua.

Cemento

Ávila (2014) define que el cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la molienda entre estas rocas es llamada clinker, esta se convierte en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón (en España, parte de Suramérica y el Caribe hispano) o concreto (en México y parte de Suramérica). Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil.

Agregados

Según Norma Técnica Peruana (2008) son un “conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta NTP 400.037” (p.3)

Agua

Rodríguez (2015) define que el agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante. Las aguas ácidas con pH por debajo de 3 pueden crear problemas en el manejo u deben ser evitadas en lo posible. Cuando el agua contiene aceite mineral (petróleo) en concentraciones superiores a 2%, pueden reducir la resistencia del concreto en un 20%. El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

Aditivos

"Un aditivo se define como un material, que no sea agua, agregados, cemento hidráulico o fibras de refuerzo, utilizado como ingrediente en morteros u concreto. y es

adicionado inmediatamente antes o durante la mezcla" (ASTM C 125, como se citó en Rivva, 2000, p. 264).

Propiedades Mecánicas del Concreto

Para Machuca (2021) las propiedades que estudian para la elección de un agregado son la dureza, resistencia, tenacidad y adherencia.

La dureza. Depende de la composición mineralógica, la estructura y el origen del agregado, y se determina mediante un ensayo conocido como desgaste en la máquina de los ángeles.

La resistencia. Depende mucho de la resistencia del agregado, es por esto que se requieren agregados que en su proceso de explotación y trituración cumplan con la norma BS-812.

La tenacidad. Siendo la resistencia a la falla por impacto, esta depende de la roca de origen.

La adherencia. La interacción que existe en la zona de contacto del agregado pasta, la cual es generada por fuerzas de origen físico - químico, ayudara a la resistencia del concreto, esto se debe a que cuanto mayor es la adherencia, mayor es la carga que puede soportar el concreto (p.58)

Durabilidad del Concreto

Es la capacidad del concreto hidráulico para soportar satisfactoriamente las cargas de diseño, la acción ambiental, ataque químico o abrasión durante su vida útil y de proteger las barras de refuerzo y otras partes metálicas incrustadas contra la corrosión u otros procesos de deterioro, para que el concreto conserve su forma original, condiciones de servicio y propiedades mecánicas. (Norma Mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2014, como se citó en Castillo, 2016, p.19)

Deterioro del Concreto

Tagle y Zapana (2017) define que el deterioro del concreto armado puede aparecer de diferentes maneras: grietas en el concreto, desprendimiento de la protección del acero, destrucción del concreto, corrosión del acero. El deterioro de un concreto armado de buena calidad suele comenzar después de 10 a 15 años. Los parámetros esenciales de los que depende la duración son: el valor mínimo de la resistencia característica, la relación agua/cemento mínimo, el contenido mínimo de cemento; el espesor mínimo de la protección del acero (p.25)

Factores que Influyen en el Concreto

Acción Física. Treviño (1998) explica los procesos físicos que puede sufrir el concreto ya endurecido los cuales son: el agrietamiento y erosión.

Agrietamiento. Avendaño (2006) define que las acciones físicas que experimenta el concreto, específicamente los cambios de humedad y temperatura presentan como principal manifestación los cambios volumétricos que provocan fisuras o agrietamientos. Estas fisuras afectan a la masa, peso unitario, porosidad, permeabilidad y por lo tanto a la resistencia del componente estructural.

Fisuras por cambios de humedad, se producen por la presencia alterna de humedad en el medio, donde se caracterizan por atravesar la pasta de cemento y no al árido.

En estructuras que están en contacto con agua, fundamentalmente en obras hidráulicas, como pilotes o cimientos de puentes, embalses, presas y conducciones; pueden existir tres zonas de deterioro:

El área del elemento que nunca ha estado en contacto con el agua, puede provocar enfermedades de cualquier tipo debido a sustancias ambientales agresivas (ácidos, sales, microorganismos) o por cambios de temperatura.

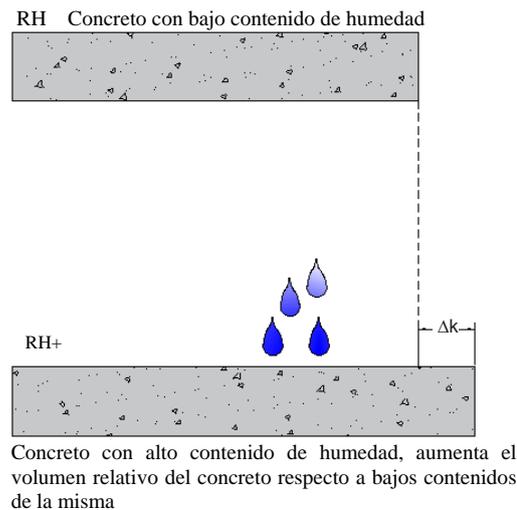
El área de la estructura que sufre un mayor deterioro es donde ocurren cambios de nivel del agua; ya que se combinan los efectos de las acciones de la primera zona y el microfisuramiento resultado de los ciclos de humedecimiento y secado, complicados por la acción erosiva de las corrientes de agua y la aspersion.

La zona que se encuentra permanentemente sumergida en el agua puede sufrir enfermedades dependiendo de la permeabilidad y porosidad del elemento de concreto y de la composición química del agua que lo rodea.

En la figura 3 se observa los efectos de la variación volumétrica causada por la humedad.

Figura 3

Esquema de Deterioro Causado por Cambios de Humedad.



Nota. En la figura se muestra el deterioro causado por cambios de humedad. Tomado de Avendaño (2006).

Fisuras por cambios de temperatura, según Sánchez (2002, citado en Avendaño, 2006) afirma que las fisuras producidas por los cambios de temperatura generalmente afectan tanto la pasta de cemento como los agregados. Los mecanismos de daño debido a cambios bruscos de temperatura incluyen:

Dilatación y contracción por cambios diarios de temperatura; el concreto al igual que la mayoría de los materiales, se expande cuando la temperatura aumenta y se contrae

cuando disminuye. El gradiente de temperatura que produce estos efectos se presenta en regiones donde la radiación solar es intensa por la mañana y en la noche o tarde se presentan vientos o lluvia que bajan las temperaturas ambientales.

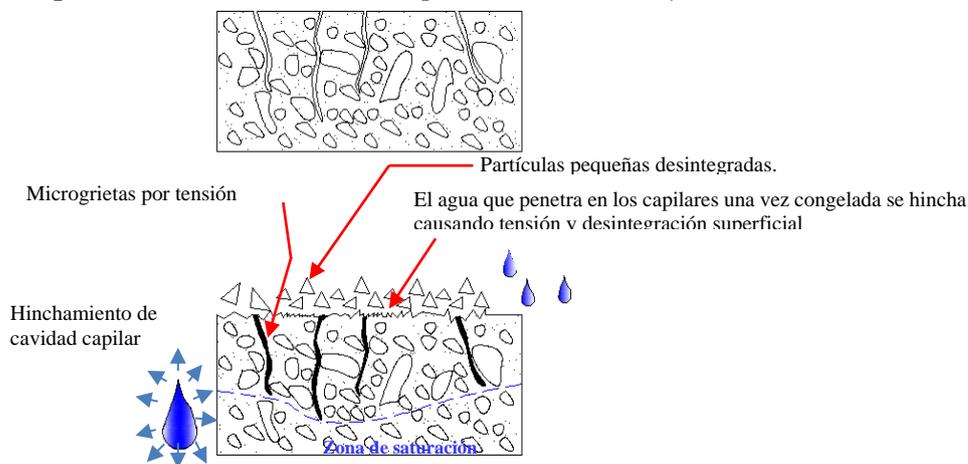
Si el elemento estructural es delgado, puede experimentar el fenómeno de alabeo, ya que a temperaturas más altas se produce un esfuerzo de tensión y a temperaturas más bajas el elemento sufre compresión.

Ciclos de hielo y deshielo; ambos ocurren en zonas con inviernos helados.

El daño al concreto se agrava cuando el cambio de temperatura aumenta y la saturación del material supere el 85%; esto tiene en cuenta el mecanismo de falla que ocurre cuando el agua en la zona capilar se congela y incrementa su volumen en un 9%, causando el esfuerzo de tracción entre la pasta y el agregado, originando grietas en el concreto y descascarillamiento superficial, como se muestra en la figura 4.

Figura 4

Esquema de deterioro causado por ciclos de hielo y deshielo.



Nota. En la figura se muestra el deterioro del concreto por ciclos de hielo y deshielo. Tomado de Avendaño (2006).

Ataque por fuego; la resistencia mecánica del concreto puede verse gravemente afectada por los efectos del fuego, el daño estructural debido a la descarbonatación y el incremento de la porosidad debido al microfisuramiento.

En cualquier incendio que alcance una temperatura superior a 300°C, la resistencia y el módulo de elasticidad disminuyen y se produce un aumento de la deformación en los elementos del concreto. Además, el agua rociada rápidamente por los bomberos crea una humedad excesiva que acelera el agrietamiento y el descascaramiento de la superficie.

Erosión. Treviño (1998) menciona que existen procesos variados de erosión del concreto, y se resumen a continuación:

Desgaste Superficial por Abrasión, ocasionado por el efecto mecánico de peatones, vehículos y con excepción de la influencia de las olas, si hay partículas en suspensión en el agua. La resistencia al desgaste la proporciona el agregado grueso, porque la resistencia al desgaste del mortero es mucho menor que del agregado.

Desgaste Superficial por Cavitación, en superficies de concreto expuestas al flujo de agua, si no se estudia adecuadamente la forma, puede suceder que el flujo tienda a alejarse de la superficie de concreto en ciertos tramos, creando zonas de baja presión que pueden cambiar de acuerdo a la temperatura, creando un fenómeno de cavitación, a veces idéntico al fenómeno de cavitación en las hélices de las turbinas y barcos, que ataca la superficie del concreto como picaduras que luego se fusionan en extensos sectores desgastados. La resistencia a la cavitación está garantizada por la pasta de cemento (p.90)

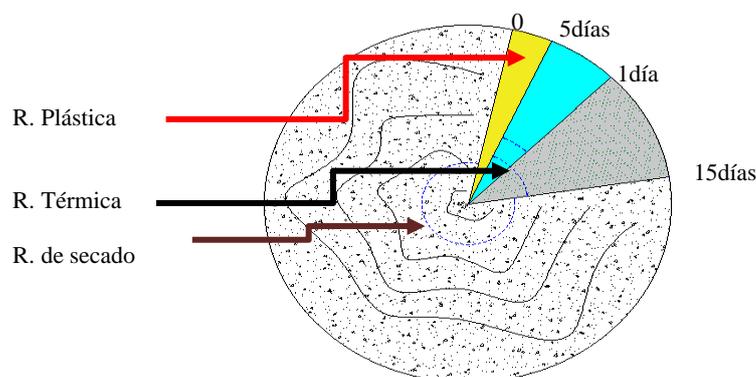
Tipos de Retracción

Salamanca (2009) explica los tipos de retracción que puede sufrir el concreto debido a cambios de humedad y cambios físico químicos en el concreto, que ocurren sin la presencia de fuerzas externas; entre ellos tenemos la retracción autógena,

retracción plástica, retracción por secado o hidráulica, retracción térmica y retracción por carbonatación.

Figura 5

Tipos de Retracción



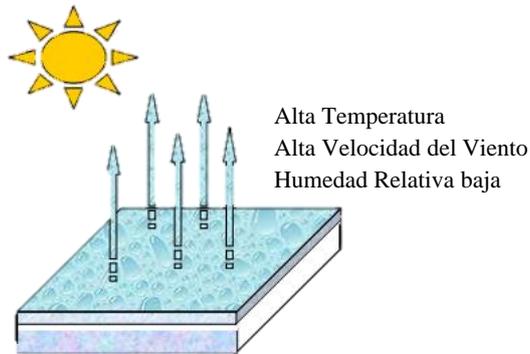
Nota. En la siguiente figura se muestra los tipos de retracción presentes en el concreto. Tomado de Salamanca (2009).

Retracción Autógena o Química, se produce cuando el agua entra en contacto con el cemento, a este proceso se llama hidratación del cemento (proceso mediante el cual en presencia de agua reacciona químicamente formando la pasta), que se da en el proceso de elaboración ya sea en el transporte, vaciado y curado reduciendo el volumen de la pasta en un 1%.

Retracción Plástica, se produce entre la primera y sexta hora, antes del fraguado, las fisuras ocasionadas por este tipo de retracción generalmente son poco profundas y anchas.

Figura 6

Retracción Plástica

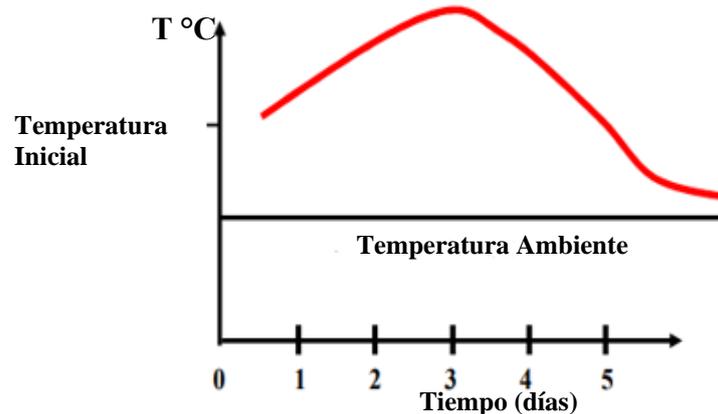


Nota. En la siguiente figura se muestra la retracción plástica en el concreto. Tomado de Salamanca (2009).

Retracción Térmica, en esta fase el concreto puede experimentar cambios de volumen, provocado por la temperatura las cuales pueden proceder, del exterior (medio ambiente) e interior (generada durante el fraguado y endurecimiento), cuando la generación de calor pasa y el concreto se enfría y es allí donde se contrae.

Figura 7

Retracción Térmica.



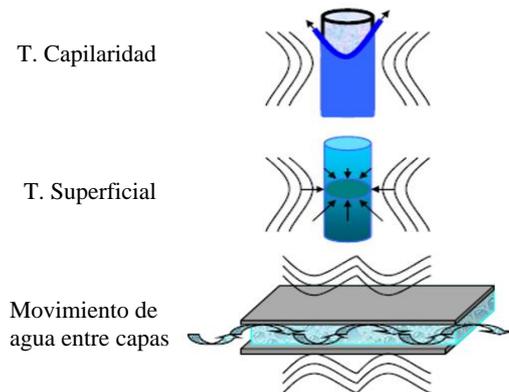
Nota. En la siguiente figura se muestra la retracción térmica en el concreto. Tomado de Salamanca (2009).

Retracción de Secado o Hidráulica, producida por la pérdida de agua, asociado a la tensión capilar, tensión superficial y movimiento de agua entre capas, debido a las

altas temperaturas y humedad relativa baja. Las fisuras que se presentan se dan entre el día quince y el primer año, son fisuras de gran profundidad y que pueden afectar la estructura. Para ello es importante realizar el curado.

Figura 8

Retracción de Secado o Hidráulica



Nota. En la siguiente figura se muestra la retracción de secado o hidráulica en el concreto, debido a la tensión de capilaridad, tensión superficial y movimiento de agua entre capas. Tomado de Salamanca (2009).

Retracción de Carbonatación, se produce cuando ocurre la reacción química entre el hidróxido de calcio (hidratación del Clinker del cemento) y el dióxido de carbono (atmosfera).

Clasificación de las fisuras o grietas:

Tabla 1*Clasificación de los Daños según la Abertura de la Grieta o Fisura*

Categoría del daño	Descripción del daño típico	Abertura aproximada de la grieta
Insignificante	Fisuras en forma de cabello.	<0.1 mm
Muy Ligero	Incluye grietas finas (fisuras) que se pueden tratar fácilmente con una decoración normal	1 mm
Ligero	Incluye grietas fáciles de rellenar que pueden requerir una nueva reparación, puede aparecer una gran cantidad de fracturas ligeras (fisuras) dentro de la estructura. Pueden aparecer grietas visibles en la superficie exterior.	3 mm
Moderado	Incluye grietas que pueden requerir que un oficial las abra y las repare.	5 a 15 mm o grietas >3
Severo	Incluye grietas grandes que requieren una reparación extensa. A menudo se requieren reparaciones	15 a 25 mm, depende del número de grietas
Muy severo	importantes, incluida una reconstrucción parcial o completa.	Usualmente >25 mm, depende del número de grietas

Nota. Adaptado de grietas en construcciones ocasionadas por problemas geotécnicos (2010)

Acción Biológica

Avendaño (2006) manifiesta que la presencia de organismos o microorganismos de origen vegetal o animal en la superficie de una estructura de concreto no solo afecta la apariencia de la obra, sino también puede causar daño y deterioro físico, mecánico,

químico y biológico. Por ejemplo, la vegetación y los microorganismos asociados pueden conservar y producir humedad (ciclos de humedecimiento y secado), y las raíces pueden atravesar los poros del concreto y crecer, provocando grietas debido a las fuerzas de expansión interna. A medida que se desarrolla la actividad vital de las plantas y los microorganismos, se producen sustancias que pueden provocar ataques químicos, por ejemplo, ácidos húmicos y sales formadas durante la descomposición de las plantas.

Las condiciones que favorables para el crecimiento de microorganismos de origen vegetal y animal son las siguientes: la presencia de agua, todas las formas de vida necesitan disponibilidad de agua para desarrollarse. El agua puede provenir del medio ambiente, así como de los poros del concreto. La disposición de nutrientes, algunos de los gases contaminantes producidos en los procesos de combustión son alimento para bacterias y hongos. Además, la cal y algunos minerales del concreto son fuentes de nutrientes para determinados microorganismos. Las bacterias aeróbicas necesitan un contenido de oxígeno de más de 1 g/l en condiciones ambientales, mientras que las bacterias anaeróbicas necesitan solo 0,1 g/l. Una temperatura exterior de 20-35°C y una humedad relativa superior al 80% facilita el desarrollo de bacterias.

La superficie de colonización favorece el asentamiento de colonias de microorganismos sobre una superficie rugosa, que ofrecen la posibilidad de desarrollo.

Algunas estructuras se caracterizan por la presencia de agua, nutrientes, temperatura y humedad favorable para el crecimiento de microorganismos.

El principal mecanismo de meteorización y daño de origen biológico es el ataque que generan las sustancias ácidas por efecto del metabolismo de los microorganismos y los productos de la degradación de hidrocarburos. Los ácidos descomponen la pasta de cemento y algunos agregados, y también promueven la corrosión de las barras de refuerzo. Entre las sustancias agresivas producto del metabolismo de las bacterias, se

tienen: el ácido sulfúrico, nítrico, cítrico, acético y húmico. Algunos microorganismos, tienen la capacidad de oxidar los hidrocarburos en medios acuosos, produciendo dióxido de carbono, metano, sales solubles, benceno, tolueno, hierro reducido y ácido acético. En la tabla 2 se muestra específicamente el tipo de microorganismo y la acción de deterioro generada sobre las secciones de concreto. (pp.40 - 45)

Tabla 2

Microorganismos y Acciones sobre el Concreto.

Microorganismos	Acciones
Bacterias	La mayoría requiere CO ₂ para su proceso metabólico y excretan ácidos orgánicos, oxidando el azufre a sulfato, que se combina con el cemento para elaborar sulfato de calcio, que provoca el ataque de sulfato en el concreto. Además, elaboran nitratos, ácido sulfúrico, ácido acético y sulfuro de hidrógeno, que provocan la corrosión del acero.
Hongos	Los hongos son plantas que abundan en el suelo y el aire. Provocan daños mecánicos a través del agrietamiento del concreto por crecimiento de raíces y por la acción de los ácidos orgánicos, así como decoloración y moho.
Algas, líquenes y musgos	son organismos vegetales (plantas) asociados al medio acuático. El cemento de calcio y magnesio emplea para su alimentación y originan grietas, fisuras que permiten la entrada de sustancias agresivas.

Nota. En la tabla se aprecia los microorganismos y acciones que se presentan en el concreto. Tomado de Avendaño (2006)

Acción Química

Ataque por Sulfatos. Valeriano (2021) menciona que los sulfatos solubles, especialmente los sulfatos de sodio, calcio y magnesio en el suelo, en agua denominada "alcalina", son los responsables de la destrucción del concreto, el ataque suele ir acompañado de expansión debido a la formación de uno o más productos de reacción. Las soluciones de sulfato de sodio, potasio o magnesio al 0,5 % suelen atacar el concreto (pp. 60-61)

Tabla 3

Requisitos para Concreto Expuesto a Soluciones con Sulfatos

Tipo de Exposición a los Sulfatos	Sulfatos Solubles		Tipo de Cemento Recomendado	Relación agua/cemento Recomendado	f'c Mínimo
	en Agua (SO ₄) Presentes en Suelos (% en peso)	Sulfatos (SO ₄) en Agua (p.p.m.)			
Despreciable	0 .0 a 0.10	0 a 150	-	-	-
Moderada	0 .10 a 0.20	150 a 1500	II, IP (MS), IS(MS), IPM(MS), I(SM)	0.5	280
Severa	0 .20 a 2.00	1500 a 10000	V	0.45	315
Muy severa	> 2.00	> 10000	V + Puzolana	0.45	315

Nota. En la tabla se aprecia los grados de exposición de los sulfatos en el concreto. Tomado de (Portugal, 2007, como se citó en Valeriano, 2021)

Ataque por Cloruros. Valeriano (2021) menciona que en el concreto el ion cloruro se encuentra combinado químicamente, adsorbido físicamente o en estado libre. La corrosión de las barras de refuerzo es originada solamente por el contenido de cloruro

no combinado, se estima que se puede combinar alrededor de 0,4 % de cloruro por peso de cemento (p. 64)

Bernal (2009) argumenta que el umbral de la corrosión debido a muchos factores, no es fácil establecer un valor común para este umbral de riesgo; sin embargo, un dato que se maneja con frecuencia es 0.3 por ciento del cemento en masa, expresada como cloruro disuelto en agua. Así, si consideramos el consumo medio de 300 kg de cemento por m³ de concreto, obtenemos un contenido crítico de cloruros de 0.9 kg/m³ de concreto. Es decir, los concretos con un contenido de cloruros solubles en agua igual o superior a 0.9 kg/m³ presentan cierto riesgo de corrosión de las armaduras, por lo que, a efectos preventivos, se debe considerar el valor más bajo que no debe superar 0.6 kg/m³ o 600 mg/litro (p.78)

Tabla 4

Clasificación de la Agresividad del Medio Ambiente (por ataque químico), en Función de las Condiciones de Exposición del Concreto en Contacto con el Agua.

	Agresión			
	Ligera	Moderada	Severa	Muy Severa
Valor del pH	6.5 a 5.5	5.5 a 4.5	4.5 a 4	Menor 4.0
Ión sulfato (mg/l)	200 a 600	600 a 3000	3000 a 6000	Mayor 6000
Sólidos totales	75 a 150	50 a 75	Menor 50	Menor 50

Nota. En la tabla se aprecia el agrado de afectación química en el concreto. Tomado de (Comisión IV, grupo español de hormigón, como se citó en Saenz, 2015)

Concreto en Climas Fríos y Cálidos

Se consideran condiciones extremas en el concreto cuando la temperatura ambiente es menor a 5 °C y mayor a 28 °C, en las que se debe prestar especial atención a la selección de materiales, dosificación, preparación, transporte, tratamiento, control

de calidad, encofrado y desencofrado. Una condición extrema también puede considerarse una combinación de condiciones especiales de temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento. (Viacava, citado en Gomez y Villavicencio 2020)

Ensayos del Concreto en el Estado Endurecido

Zambrano (2017) manifiesta que estos ensayos se realizan para determinar la resistencia y/u otros parámetros de calidad mediante pruebas estándar efectuadas a especímenes de concreto fraguadas o a especímenes extraídos de un elemento de concreto, los cuales pueden ser obtenidos en obra o en alguna evaluación realizada en laboratorio.

Se clasifican en:

Ensayos Destructivos en el Concreto. Son ensayos realizados sobre testigos de concreto, que suelen permitir la determinación directa de determinadas propiedades inherentes al material, provocando un cambio irreversible en su geometría dimensional y/o composición química.

Ensayos de diamantina.

Ensayo de resistencia a compresión

Ensayo a tracción indirecta.

Ensayo de contenido de cloruros (si se analiza la sección de concreto).

Ensayo del grado de carbonatación (si se analiza la sección de concreto).

Ensayo de permeabilidad.

Ensayos de humedad.

Ensayo de resistencia a la abrasión.

Ensayos no Destructivos en el Concreto. Son métodos que permite inspeccionar o comprobar propiedades del concreto endurecido, sin afectar permanente sus dimensiones, características de servicio, propiedades físicas, químicas o mecánicas.

Cada método tiene ventajas y limitaciones, en general los ensayos no destructivos proveen datos no muy exactos acerca del estado de la variable a evaluar a comparación con los ensayos destructivos, por lo cual es conveniente complementar los resultados de ensayos no destructivos con datos provenientes de ensayos destructivos; sin embargo, suelen ser más económicos ya que no implican la destrucción del elemento evaluado y algunos de ellos permiten hacer más de una repetición.

Hay distintos métodos de ensayos no destructivos para concreto, cada uno de ellos depende del parámetro que se desee controlar y las condiciones bajo las cuales se realice el ensayo, entre estos métodos tenemos:

Ensayo con esclerómetro o prueba del Martillo de Rebote.

Ensayo de líquidos penetrantes.

Ensayo de partículas magnetizables.

Ensayo de emisiones acústicas.

Ensayo de impacto acústico.

Prueba de carga.

Ensayo ultrasonido (pp. 23-24)

Velocidad Permisible

La velocidad en los canales revestidos no deberá ser inferior a 60 cm/seg o 0.6 m/seg con la finalidad de prevenir el desarrollo de vegetación y la acumulación de sedimentos en el canal. (Normas Técnicas Complementarias Para el Diseño y Ejecución de Obras de Instalaciones Hidráulicas, como se citó en Saenz, 2018, p.18).

U.S. BUREAU OF RECLAMATION (como se cita en la Autoridad Nacional del Agua, 2010) “Recomienda que, para el caso de revestimiento de canales de hormigón no armado, las velocidades no deben exceder de 2.5 – 3.0 m/seg. Para evitar la posibilidad de que el revestimiento se levante.” (p.16)

Tipos de Régimen

Según Villon (1995) el tipo de régimen se determina con el número de Froude mediante la siguiente formula.

$$F = \frac{v}{\sqrt{g.L}} \quad (1)$$

Donde:

v: Velocidad media de la sección en m/s

g: Aceleración de la gravedad, m/s²

L: Longitud característica de la sección, en m

En canales, la longitud característica viene dada por la magnitud de la profundidad media o tirante $\bar{y} = A/T$ (2)

Con lo cual se tiene:

$$F = \frac{v}{\sqrt{g.\bar{y}}} = \frac{v}{\sqrt{g.A/T}} \quad (3)$$

Entonces, por el número de Froude, el flujo puede ser:

Flujo subcrítico si $F < 1$, en este estado las fuerzas de gravedad se hacen dominantes, por lo que el flujo tiene baja velocidad, siendo tranquilo y lento. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas arriba.

Flujo crítico si $F = 1$, en este estado, las fuerzas de inercia y gravedad están en equilibrio.

Flujo supercrítico si $F > 1$, en este estado las fuerzas de inercia son más pronunciadas, por lo que el flujo tiene una gran velocidad, siendo rápido o torrencioso, en este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas abajo (p.48)

Formula de Manning

Según Villón (1995) indica que es la más utilizada a nivel mundial, proviene de considerar en la fórmula de Chezy un coeficiente

$$v = \frac{1}{2} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Donde:

- v : Velocidad, en m/s
R : Radio hidráulico, en m
S : Pendiente de la línea de energía, en m/m
n : Coeficiente de rugosidad

Tabla 5

Valores del coeficiente de rugosidad

Superficie	Condiciones de las paredes			
	Perfectas	Buenas	Medias	Malas
Canales revestidos con concreto	0.012	0.014	0.016	0.018
Superficie de mampostería con cemento.	0.017	0.020	0.025	0.030
Superficie de mampostería en seco.	0.025	0.030	0.033	0.035
Acueducto semicirculares metálicos, lisos	0.011	0.012	0.013	0.015
Acueductos semicirculares metálicos corrugados	0.0225	0.025	0.0275	0.030

Nota. En la tabla se aprecia los valores del coeficiente de rugosidad para diferentes materiales. Tomado de Villón (1995)

Procedimiento General de Reparación en Canales

Anónimo (s.f) sugiere como actividad preliminar realizar una limpieza general del canal eliminando la vegetación, el limo y la arcilla, para determinar con certeza el tipo de tratamiento correspondiente:

Recuperación de Juntas. en caso que la junta presente roturas, se debe determinar el ancho y la profundidad a recuperar. Con el fin de remover todo el concreto en mal estado se recomienda remover 5 cm en la superficie y 3 cm en profundidad, formando cuadrados o rectángulos, con el fin de que las áreas irregulares no causen desarrollo de grietas en el concreto. La remoción del concreto se puede realizar mediante aserrado o cincelado, de modo que quede un cajón regular y se pueda dar la forma requerida a los labios de la junta. En ancho de la junta debe estar entre 6 mm y 25 mm para que soporte bien los diferentes movimientos de las losas. Es recomendable que el corte de la sierra tenga una profundidad mínima de 40 mm. se recomienda que la unión entre el concreto y el material de reparación se haga con un adhesivo ideal para adherir concreto nuevo a concreto endurecido.

Reparación de Losas parcialmente Dañada. es posible que algunas requieran de reparcho. Para el efecto se recomienda marcar los límites de la reparación definiendo áreas cuadradas o rectangulares. Para asegurar el retiro de todo material en mal estado se deben extender más allá de los límites entre 80 y 100 mm con una profundidad mínima de 40 mm, para evitar que las áreas irregulares puedan causar grietas en el material de reparación para ello también es necesario utilizar los adhesivos ideales para adherir concreto nuevo a concreto endurecido.

Buena parte de los casos de reparación de las losas de los canales de conducción de agua se debe hacer cuando este se encuentre en unos. En tales casos se recomienda aislar las losas que se van a reparar del agua, colocando aguas arriba un muro de contención y canalizando el agua a través de una tubería de alivio mientras se puede

poner en servicio nuevamente el sistema, el diámetro de la tubería debe ser acorde al caudal que va a manejar (p.3)

Anónimo (2014) considera que en los tratamientos de reparación, regeneración e impermeabilización superficial, comienza con la limpieza inicial. En los tratamientos con morteros poliméricos o con resinas de poliuretano, la superficie se limpia con una máquina de agua a presión de 250 atm, hasta eliminar todos los materiales sueltos y mal adheridos y luego se secan para la aplicación del sistema de lámina continua con resinas de poliuretano (p.1)

Anónimo (2016) manifiesta que las lluvias abundantes son los enemigos de suelos y superficies especialmente en exteriores, en las paredes más expuestas a la lluvia e inclemencias meteorológicas. El exceso de humedad produce la aparición de manchas verdes de moho, musgo y ennegrecimientos en las paredes, para ello se puede utilizar productos destinados como el detergente anti-verdín que actúa rápidamente, para ello, primero mojamos con agua la superficie a limpiar; se aplica el producto y se deja actuar durante 15 minutos. Después pasar un cepillo y enjuagar con abundante agua.

2.3. Definición de términos

Vida útil, la vida útil es la duración estimada que un objeto puede tener.

Fisura, abertura de ancho es inferior a 1 mm.

Grieta, hendidura o abertura longitudinal, de ancho mayor de 1 mm.

Alabeo, forma curva que toma una superficie.

Porosidad, fracción de huecos es una medida de espacios vacíos en un material.

Permeabilidad, la capacidad de un cuerpo para permitir paso del agua.

Dilatación, proceso físico que produce aumentos de volumen.

Contracción, proceso físico que produce disminución de volumen.

Tracción, proceso sobre el que actúan fuerzas que tienden a estirarlo a un cuerpo.

Abrasión, acción o efecto de quitar o arrancar algo mediante fricción.

Resistencia, capacidad de tolerar u oponerse.

Embebido, llenar de un líquido a algo poroso.

2.4. Hipótesis

Los factores físicos, químicos y mecánicos influyen en el deterioro del concreto hidráulico del canal Yeso.

2.5. Variables

Variable Independiente

Los factores que influyen (Agentes químicos del agua, agentes físicos del agua, calidad del concreto, velocidad del flujo y temperaturas extremas).

Variable Dependiente

El deterioro del concreto hidráulico

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Tipo de Investigación

De acuerdo al propósito, es aplicada de nivel descriptivo.

Según el alcance temporal, es transversal debido a que se recolecto datos una sola oportunidad.

Según la captación de información, es prospectivo.

3.2. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es no experimental puesto que se trabajó con una estructura de investigación donde no se manipulo a ninguna variable, es decir, se recolecto datos para cumplir el objeto de estudio de la investigación (Hernández et al. 2014)

3.3. Población y Muestra

Población o Universo

Canal de concreto Yeso, tramo km 0+000 a km 1 +230.

Unidad de Análisis o Muestra

Canal de concreto Yeso, tramo km 0+000 a km 1 +230, el tipo de muestreo es no probabilístico del tipo intencional.

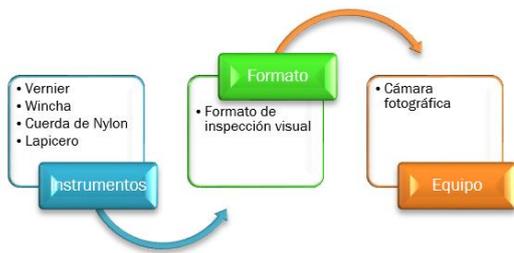
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La técnica es observacional directa donde implica que el investigador u observador tuvo contacto personalmente con el hecho o fenómeno a investigar (Diaz, 2011)

Para el objetivo específico 1, “Diagnosticar el deterioro actual, fisuras, grietas y otros en la sección del canal Yeso”

Figura 9

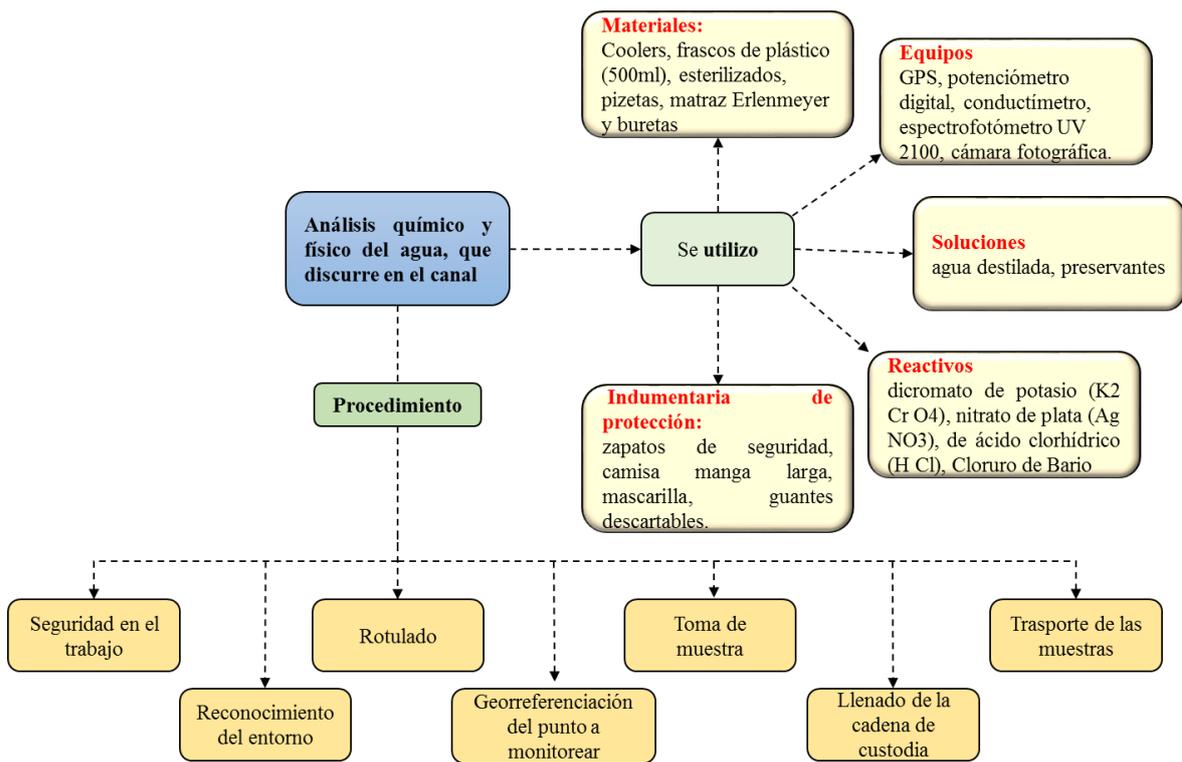
Recolección de datos del Objetivo Especifico 1



Para el objetivo específico 2 “Realizar el análisis químico y físico del agua que discurre en el canal”

Figura 10

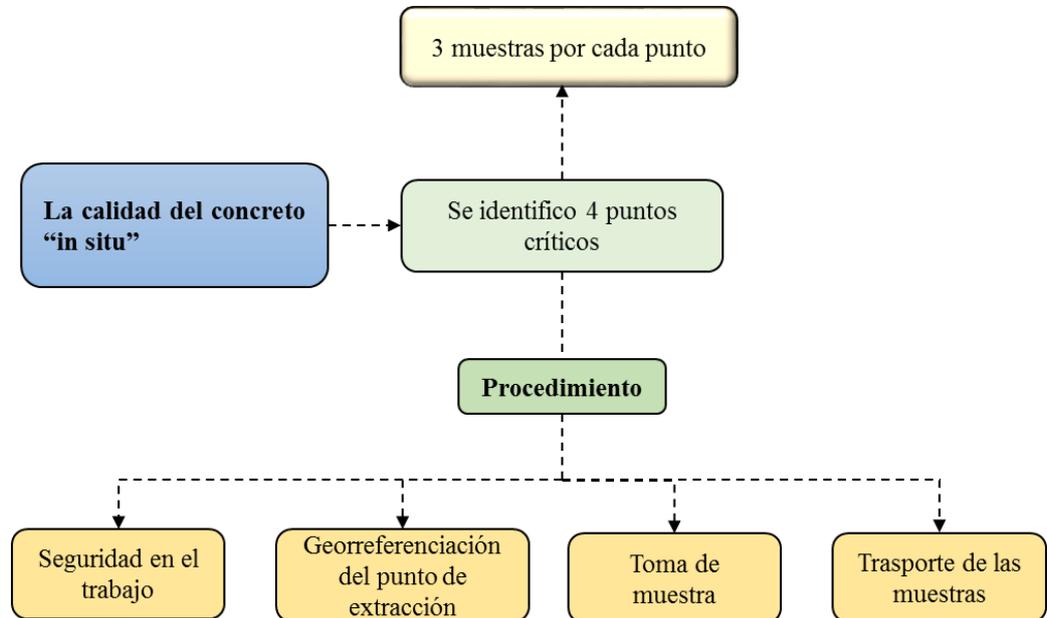
Recolección de datos del Objetivo Especifico 2



Para el objetivo específico 3, “Determinar la calidad del concreto in situ”

Figura 11

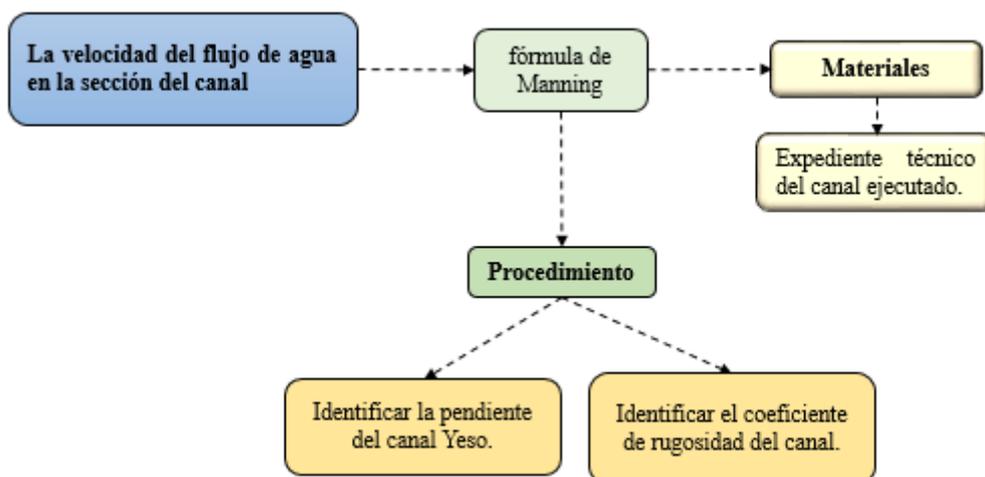
Recolección de datos del Objetivo Especifico 3



Para el Objetivo específico 4, “Evaluar la velocidad del flujo de agua en la sección del canal”

Figura 12

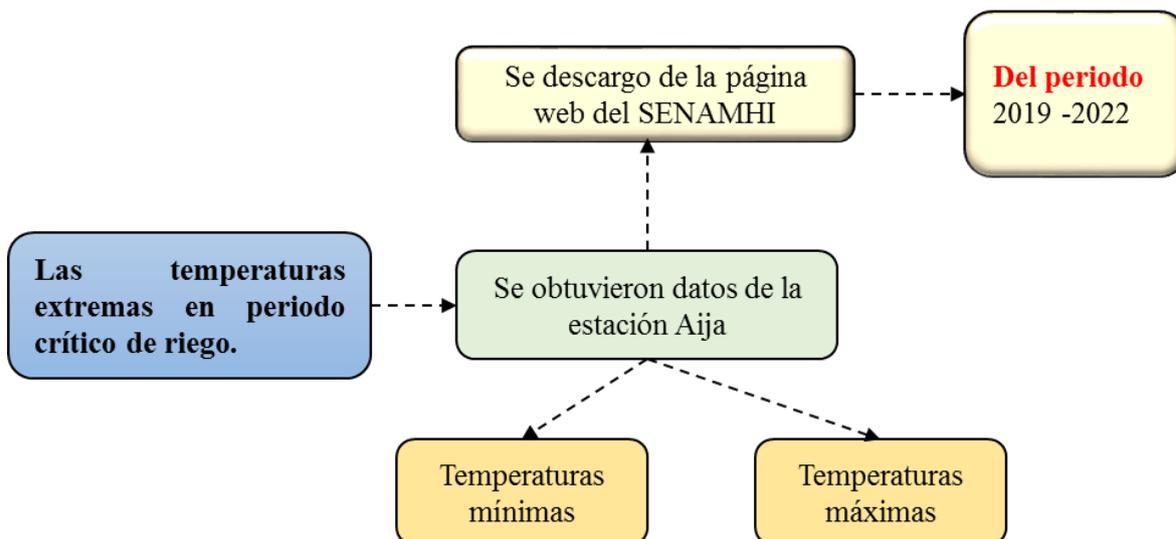
Recolección de datos del Objetivo Especifico 4



Para el Objetivo específico 5 “Analizar las temperaturas extremas en periodo crítico de riego”

Figura 13

Recolección de datos del Objetivo Especifico 5

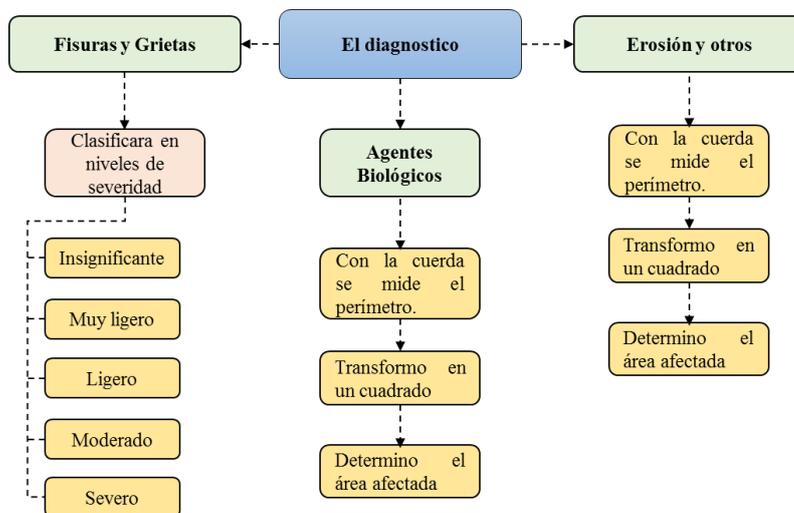


3.5. Plan de Procesamiento y Análisis estadístico de Datos

Para el Objetivo específico 1, “Diagnosticar el deterioro actual, fisuras, grietas y otros en la sección del canal Yeso”

Figura 14

Procesamiento de datos del Objetivo Especifico 1

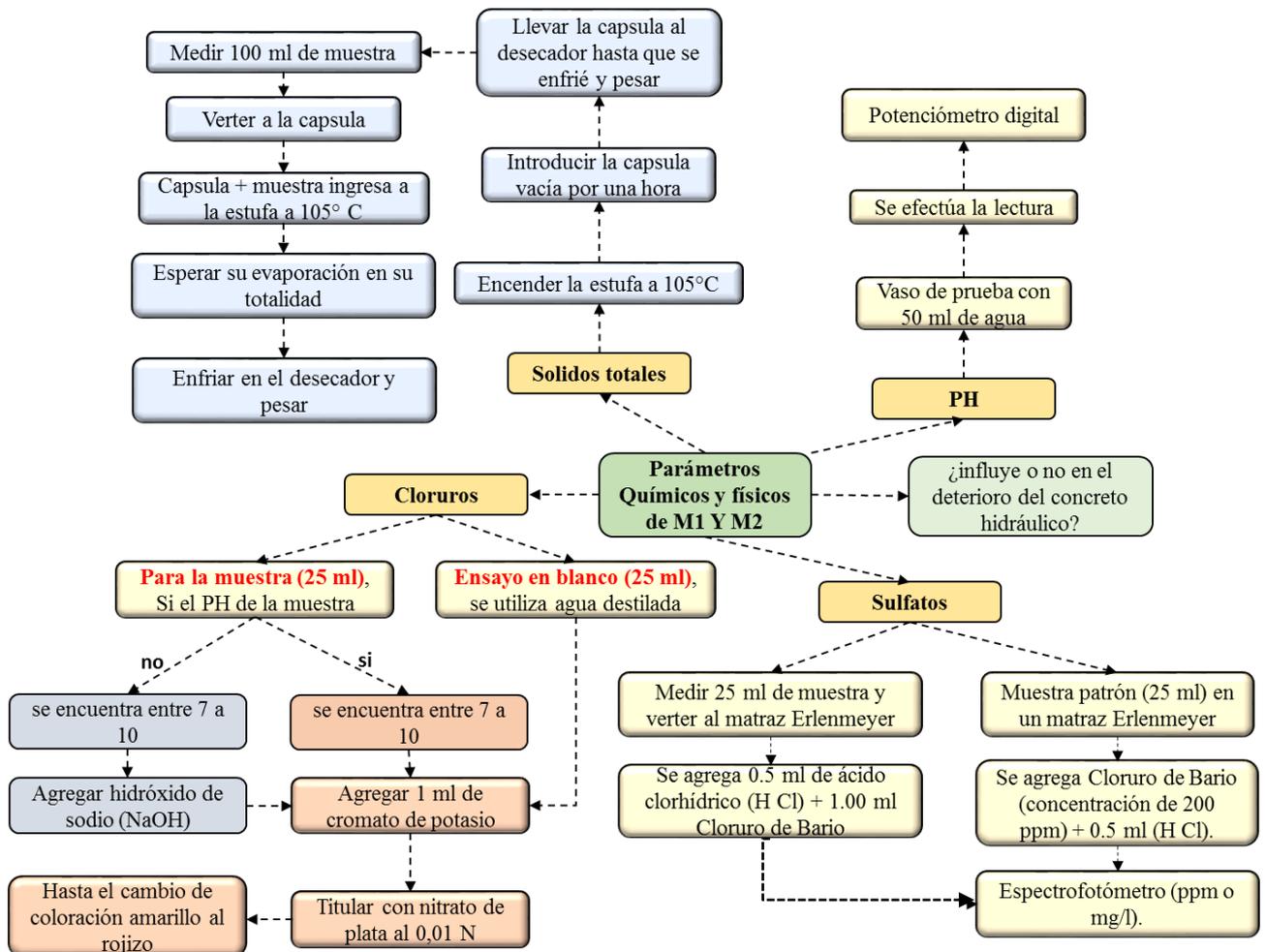


Nota. En la figura se aprecia el proceso del diagnóstico del canal Yeso

Para el objetivo específico 2 “Realizar el análisis químico y físico del agua que discurre en el canal”

Figura 15

Procesamiento de datos del Objetivo Especifico 2

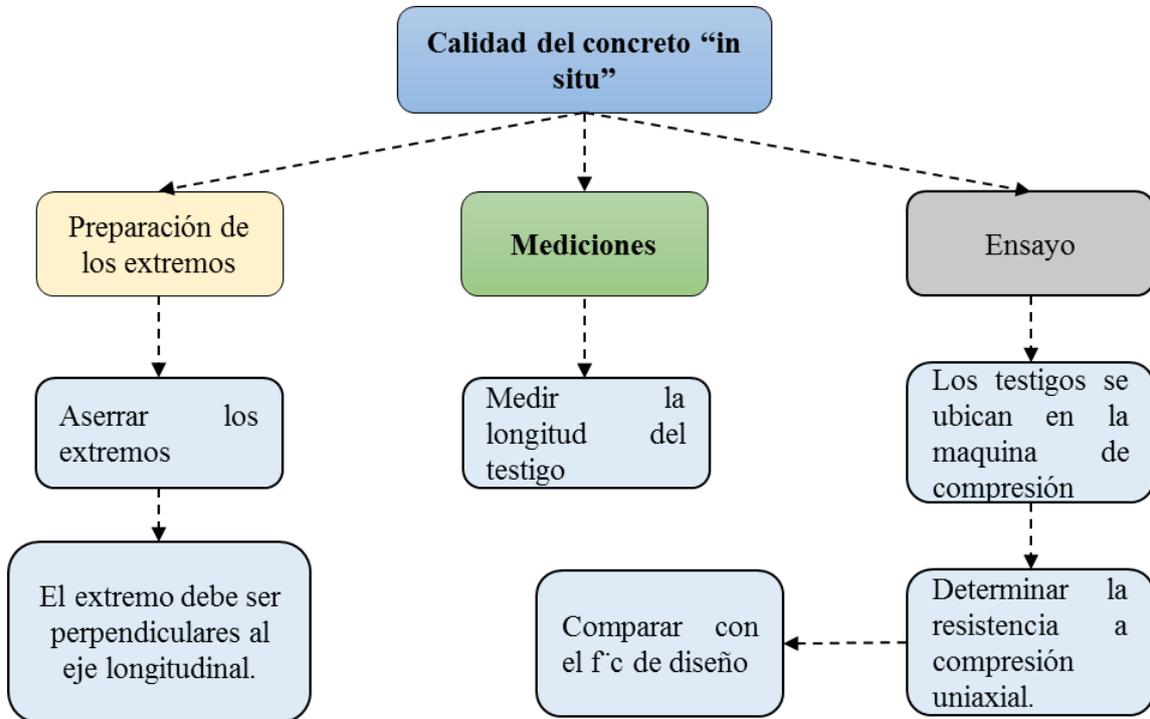


Nota. En la figura se aprecia la secuencia a seguir para la determinación de los parámetros químicos y físicos.

Para el Objetivo específico 3, “Determinar la calidad del concreto in situ”

Figura 16

Procesamiento de datos del Objetivo Especifico 3

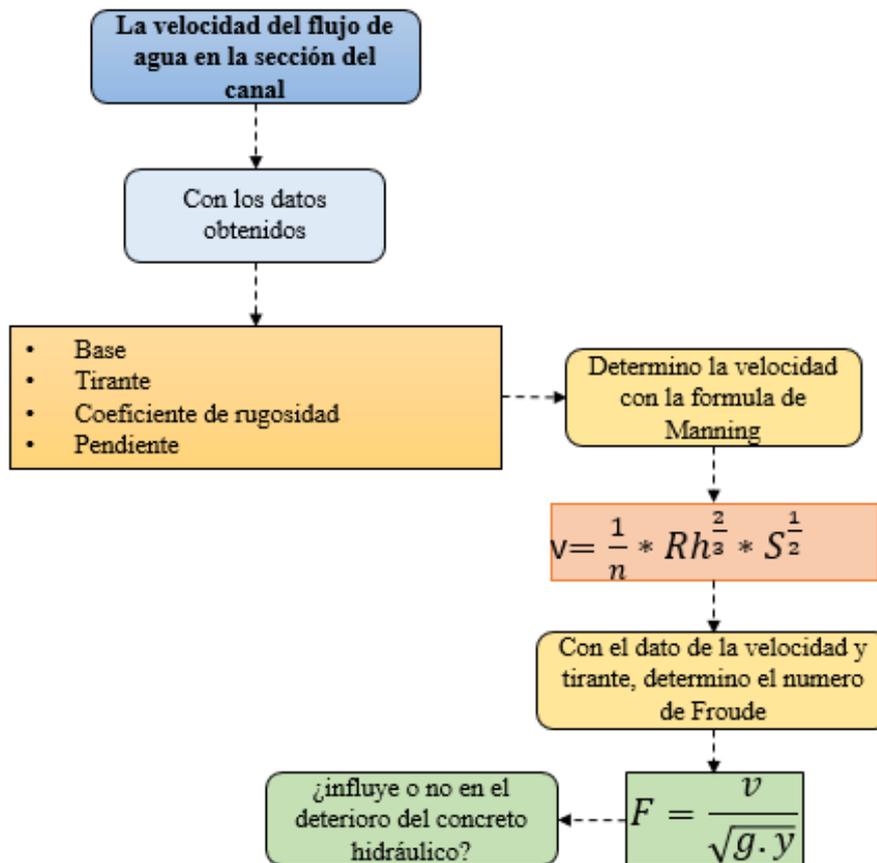


Nota. En la figura se aprecia la secuencia a seguir para la determinación de la calidad del concreto “in situ”.

Para el Objetivo específico 4, “Evaluar la velocidad del flujo de agua en la sección del canal”

Figura 17

Procesamiento de datos del Objetivo Especifico 4

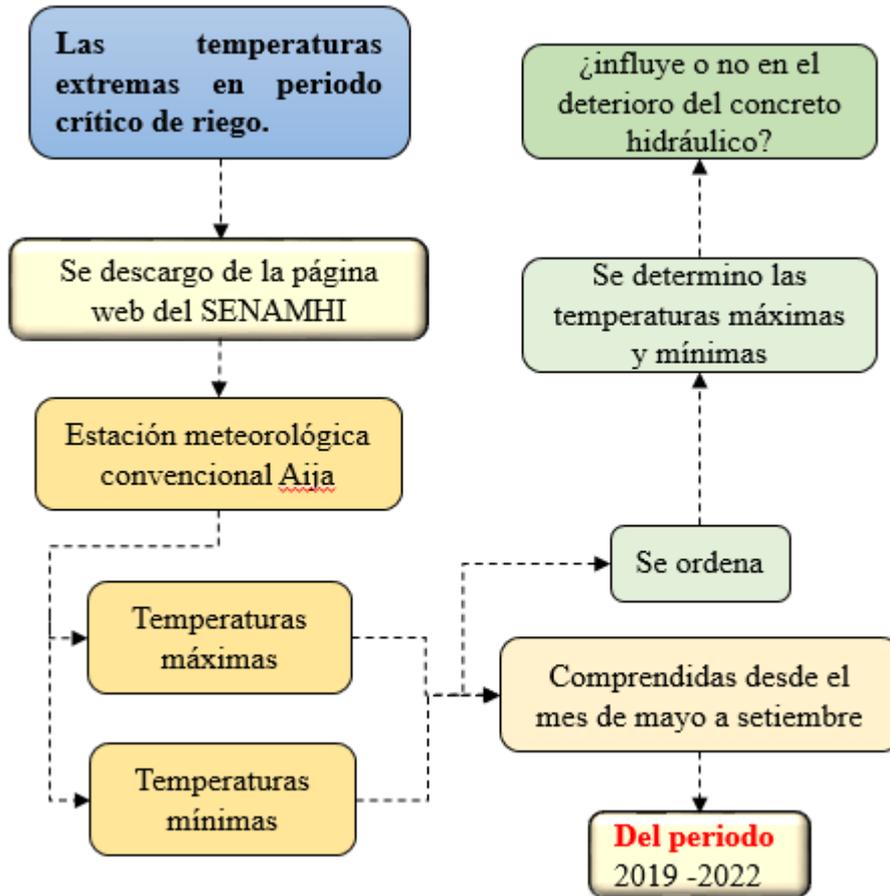


Nota. En la figura se aprecia la secuencia a seguir para determinar la velocidad de flujo en la sección del canal.

Para el Objetivo específico 5 “Analizar las temperaturas extremas en periodo crítico de riego”

Figura 18

Procesamiento de datos del Objetivo Especifico 5



Nota. En la figura se aprecia la secuencia a seguir para determinar las temperaturas extremas en periodo crítico de riego.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de Resultados

Respecto al objetivo específico 1 “Diagnosticar el deterioro actual, fisuras, grietas y otros en la sección del canal Yeso”. Se realizó el diagnóstico del canal de riego Yeso. En los siguientes cuadros, podemos apreciar el diagnóstico de dicho canal.

Tabla 6
Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 09/01/2023
Tramo: Km 0+00 a 0+040	Tipo de agua: Superficial	Sección del Canal: Rectangular	Edad del canal:	4 años y 5 meses
			Función de objeto de obra:	Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Grieta	Musgos
	* Fisuras	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.5 mm y en el lateral izquierdo de 0.4 mm (nivel de severidad muy ligero).		
*Musgos	Presencia de agentes biológicos en un área de aproximadamente de 2.7 m2.			
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisuras en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de musgos en las paredes, por falta de limpieza del canal.			Limpieza periódica en toda la superficie del canal (paredes y base) y la eliminación de malezas que se encuentran en la parte externa a lo largo del canal para evitar el crecimiento de agentes biológicos.	

Tabla 7

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 09/01/2023
Tramo: Km 0+040 a 0+080	Tipo de agua Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Grieta	Sedimentos
	* Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal, en el lateral izquierdo de 0.4 mm (nivel de severidad muy ligero).		
*Sedimentos.	Presencia de sedimentos en el fondo del canal.			
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisuras en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de sedimentos en el fondo del canal, se debe al desprendimiento de tierra de la parte superior.			Limpieza periódica en toda la superficie del canal (paredes y base), para evitar la colmatación de sedimentos.	

Tabla 8

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 09/01/2023
Tramo: km 0+080 a 0+120	Tipo de agua Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Grieta	Fisura
	* Grietas	Presencia de grieta en una sección del canal, en el lateral izquierdo de 1.2 mm (nivel de severidad muy ligero).		
*Fisuras	Presencia de fisura en una sección del canal, en el lateral derecho e izquierdo de 0.3 mm (nivel de severidad muy ligero).			
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de grietas en las paredes del canal, se puede considerar como causa de malos procedimientos al realizar el mal apuntalamiento en el encofrado, o cercanía de árboles al canal.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las grietas con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	

Tabla 9
Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 09/01/2023
Tramo: Km 0+120 a 0+160	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Grieta	Fisura
	* grietas	Presencia de grietas en una sección del canal, en el lateral izquierdo de 1.5 mm y en el lateral derecho de 3.7 mm (nivel de severidad muy ligero y ligero).		
*Fisuras	Presencia de fisuras en una sección del canal, en el lateral derecho de 0.3 mm, 0.4 mm y en el lateral izquierdo de 0.3 mm (nivel de severidad muy ligero).			
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de grietas en las paredes del canal, se puede considerar como causa de malos procedimientos al realizar el mal apuntalamiento en el encofrado, o cercanía de árboles al canal.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las grietas con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	

Tabla 10

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual					
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 09/01/2023	
Tramo: Km 0+200 a 0+240	Tipo de agua Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses.	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.	
Lesión observada:	Descripción:		Fisura	Sedimentos	Desprendimiento de C°
	* Fisuras	Presencia de fisuras en una sección del canal, en el lateral derecho de 0.7 mm, 0.6 mm y en el lateral izquierdo de 0.9 mm, 0.8 mm (nivel de severidad muy ligero).			
	* Sedimentos	Presencia de sedimentos en el fondo del canal.			
	*Desprendimiento del concreto	Presencia de desprendimiento de concreto en el borde del canal.			
Diagnóstico			Posible solución		
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.		
La presencia de sedimentos en el fondo del canal, se debe a la crianza de animales en la parte superior del canal, que hacen deslizar bloques tierra en el fondo del canal.			Evitar la crianza de animales en la parte superior del canal, para evitar la sedimentación en el fondo del canal.		
El desprendimiento del borde del canal, se puede considerar como causa de la caída de rocas grandes que se encuentran en la parte superior del canal, que fueron deslizados con los animales.			Remover la parte afectada y encofrar la pared lateral para adherir concreto nuevo al antiguo, con un adhesivo ideal (pegamento epóxico).		

Tabla 11

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 09/01/2023
Tramo: Km 0+240 a 0+280	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses.	
			Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.	
Lesión observada:	Descripción:		Fisura	Mohos
	* Fisuras	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.2 mm, 0.7 mm y en el lateral izquierdo de 0.1 mm (nivel de severidad muy ligero).		
*Mohos	Presencia de mohos en un área de aproximadamente de 2.5 m2.			
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisuras en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de mohos en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la superficie húmeda.			Mojar la superficie con agua, aplicar detergente anti-verdín con una brocha en toda la superficie del canal (paredes y base), dejar actuar por 15 minutos y frotar con una escoba o un estropajo y se procede a enjuagar con agua para la eliminación de los mohos.	

Tabla 12

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual					
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 09/01/2023	
Tramo: Km 0+280 a 0+320	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses.	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.	
Lesión observada:	Descripción:		Fisura	Sedimentos	Mohos
	* Fisuras	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.1 mm, 0.2 mm y en el lateral izquierdo de 0.9 mm, 0.6 mm (nivel de severidad muy ligero).			
	*Sedimentos	Presencia de sedimentos en el fondo del canal.			
	*Mohos	Presencia de agentes biológicos en un área aproximadamente de 2.3 m ² .			
Diagnóstico			Posible solución		
La presencia de fisuras en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.		
La presencia de sedimentos en el fondo del canal, se debe al desprendimiento de tierra de la parte superior.			Limpieza periódica en toda la superficie del canal (paredes y base), para evitar la colmatación de sedimentos.		
La presencia de mohos en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la superficie húmeda.			Mojar la superficie con agua, aplicar detergente anti-verdín con una brocha en toda la superficie del canal (paredes y base), dejar actuar por 15 minutos y frotar con una escoba o un estropajo y se procede a enjuagar con agua para la eliminación de los mohos.		

Tabla 13

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia:	Distrito:	Nombre del canal:	Clasificación de canal:	Fecha:
Aija	Aija	Yeso	C. Principal	09/01/2023
Tramo:	Tipo de agua	Sección del Canal:	Edad del canal:	4 años y 5 meses.
Km 0+360 a 0+400	Superficial	Rectangular	Función de objeto de obra:	Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Grieta	Fisura
	* Grietas	Presencia de grieta en una sección del canal en el lateral izquierdo de 1.2 mm (nivel de severidad muy ligero).		
	* Fisuras	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.6 mm, 0.3 mm (nivel de severidad muy ligero).		
	*Juntas de dilatación	Separación de paños.	Separación de paños	Mohos
	*Mohos	Presencia de mohos en un área aproximadamente de 1.8 m ² .		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de grietas en las paredes del canal, pueden ser causa de malos procedimientos al realizar el mal apuntalamiento en el encofrado.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las Grietas con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de fisuras en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
La separación de paños, se puede considerar como causa de un mal procedimiento constructivo.			Remover la parte afectada de las juntas para adherir concreto nuevo al antiguo con un adhesivo ideal (pegamento epóxico), insertar en la nueva junta el cordón de espuma de polietileno y con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de mohos en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la superficie húmeda.			Mojar la superficie con agua, aplicar detergente anti-verdín con una brocha en toda la superficie del canal (paredes y base), dejar actuar por 15 minutos y frotar con una escoba o un estropajo y se enjuaga con agua.	

Tabla 14

Formato de inspección visual

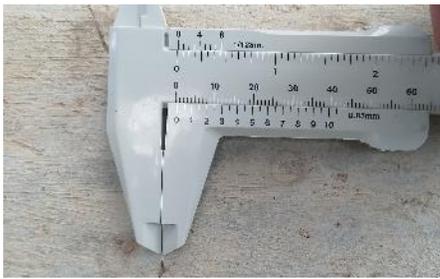
Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 10/01/2023
Tramo: Km 0+400 a 0+440	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses.	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisuras	
	* Fisuras	Presencia de fisura en una sección del canal en el lateral derecho de 0.1 mm (nivel de severidad muy ligero).		
	*Sedimentos	Presencia de sedimentos en el fondo del canal.		
	*Juntas de dilatación	Presencia de gramíneas en las juntas de dilatación.		
*Mohos.	Presencia de mohos en un área aproximadamente de 2.5 m ² .			
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisuras en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen agrietamiento			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de sedimentos en el fondo del canal, se debe a la presencia de un camino de herradura, por donde suelen transitar animales que hacen que caer tierra de la parte superior.			Limpieza periódica en toda la superficie del canal (paredes y base), para evitar la colmatación de sedimentos.	
La presencia de gramíneas en las juntas de dilatación es debido al desprendimiento de juntas de dilatación.			Limpieza de la junta de dilatación y reconstrucción con el cordón de espuma de polietileno y con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de mohos en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la superficie húmeda.			Mojar la superficie con agua, aplicar detergente anti-verdín con una brocha en toda la superficie del canal (paredes y base), dejar actuar por 15 minutos y frotar con una escoba o un estropajo y se procede a enjuagar con agua.	

Tabla 15

Formato de inspección visual

Formato De Inspección Visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 10/01/2023
Tramo: Km 0+440 a 0+480	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses.	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Descripción:		Fisuras	Agentes biológicos	
Lesión observada:	* Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.1 mm, 0.5 mm y en el lateral izquierdo de 0.5 mm. (NIVEL DE SEVERIDAD MUY LIGERO).		
	*Mohos.	Presencia de mohos en un área aproximadamente de 1.56 m ² .		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisuras en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de mohos en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la superficie húmeda.			Mojar la superficie con agua, aplicar detergente anti-verdín con una brocha en toda la superficie del canal (paredes y base), dejar actuar por 15 minutos y frotar con una escoba o un estropajo y se procede a enjuagar con agua.	

Tabla 16

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 10/01/2023
Tramo: Km 0+480 a 0+520	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses.	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Grieta	Fisura
	*Grietas	Presencia de grieta en una sección del canal en el lateral derecho de 1.3 mm (nivel de severidad muy ligero).		
	*Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.8 mm y en el lateral izquierdo de 0.3 mm (nivel de severidad muy ligero).		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de grietas en las paredes del canal, se puede considerar como causa de malos procedimientos al realizar el mal apuntalamiento en el encofrado, o cercanía de árboles al canal.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las grietas con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	

Tabla 17
Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 10/01/2023
Tramo: Km 0+520 a 0+560	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses.	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisura	Mohos
	*Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.1 mm, 0.3 mm, 0.4 mm y 0.5 mm; en el lateral izquierdo de 0.1mm, 0.3 mm y 0.3 mm (nivel de severidad muy ligero).		
	*Juntas de dilatación	Desprendimiento de los elementos de la junta de dilatación en el lateral derecho.		
*Mohos.	Presencia de mohos en un área aproximadamente de 1.8 m2.			
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
El desprendimiento de la junta dilatación se debe a la falta de información de parte de los usuarios que tienden a sacarlos cuando se encuentra más flexible a horas del mediodía.			Realizar una capacitación incluyendo el tema de las juntas de dilatación a los usuarios de riego, explicando cual es la función de ello.	
La presencia de mohos en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la superficie húmeda.			Mojar la superficie con agua, aplicar detergente anti-verdín con una brocha en toda la superficie del canal (paredes y base), dejar actuar por 15 minutos y frotar con una escoba o un estropajo y se procede a enjuagar con agua.	

Tabla 18

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 10/01/2023
Tramo: Km 0+560 a 0+600	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Junta de dilatación	Sedimentos
	*Juntas de dilatación.	Separación de paños.		
	* Sedimentos	Presencia de sedimentos en el fondo del canal.		
Diagnóstico			Posible solución	
La separación de paños, se puede considerar como causa de un mal procedimiento constructivo, ya sea una mala compactación.			Remover la parte afectada de las juntas para adherir concreto nuevo al antiguo con un adhesivo ideal (pegamento epóxico), insertar en la nueva junta el cordón de espuma de polietileno y con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de sedimentos en el fondo del canal, se debe al desprendimiento de tierra de la parte superior.			Limpieza periódica en toda la superficie del canal (paredes y base), para evitar la colmatación de sedimentos.	

Tabla 19

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 10/01/2023
Tramo: Km 0+600 a 0+640	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Sedimentos	Junta de dilatación
	*Sedimentos	Presencia de sedimentos en el fondo del canal.		
*Juntas de dilatación.	de	Desprendimiento de los elementos de la junta de dilatación en la sección del canal.		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de sedimentos en el fondo del canal, se debe al desprendimiento de tierra de la parte superior.			Limpieza periódica en toda la superficie del canal (paredes y base), para evitar la colmatación de sedimentos.	
El desprendimiento de la junta dilatación se debe a la falta de información de parte de los usuarios que tienden a sacarlos cuando se encuentra más flexible a horas del mediodía.			Realizar una capacitación incluyendo el tema de las juntas de dilatación a los usuarios de riego, explicando cual es la función de ello.	

Tabla 20

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 10/01/2023
Tramo: Km 0+640 a 0+680	Tipo de agua: Superficial	Sección del Canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisuras	
	*Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.1 mm y 0.4 mm; en el lateral izquierdo de 0.4 mm (nivel de severidad muy ligero).		
	*Juntas de dilatación.	Desprendimiento de los elementos de la junta de dilatación en el lateral derecho.		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
El desprendimiento de la junta dilatación se debe a la falta de información de parte de los usuarios que tienden a sacarlos cuando se encuentra más flexible a horas del mediodía.			Realizar una capacitación incluyendo el tema de las juntas de dilatación a los usuarios de riego, explicando cual es la función de ello.	

Tabla 21

Formato de inspección visual

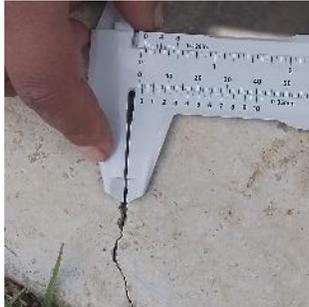
Formato de inspección visual						
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 10/01/2023		
Tramo: Km 0+680 a 0+720	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.		
Lesión observada:	Descripción:		Grietas	Fisuras	Sedimentos	
	*Grietas	Presencia de grieta en una sección del canal en el lateral derecho de 1.1 mm (nivel de severidad muy ligero).				
	*Fisuras	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.25 mm; en el lateral izquierdo de 0.3 mm y en la base de 0.2 mm (nivel de severidad muy ligero).				
	*Sedimentos	Presencia de sedimentos en el fondo del canal.				
Diagnóstico			Posible solución			
La presencia de grietas en las paredes del canal, se puede considerar como causa de malos procedimientos al realizar el mal apuntalamiento en el encofrado, o cercanía de árboles al canal.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las grietas con masilla elástica de poliuretano.			
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.			
La presencia de sedimentos en el fondo del canal, se debe al desprendimiento de tierra de la parte superior que son arrastrados a diferentes tramos del canal.			Limpieza periódica en toda la superficie del canal (paredes y base), para evitar la colmatación de sedimentos.			

Tabla 22

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 10/01/2023
Tramo: Km 0+720 a 0+760	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Grietas	Fisuras
	*Grietas	Presencia de grietas en una sección del canal en el lateral derecho de 1.3 mm; en el lateral izquierdo de 1.3 mm; en la base de 1 mm (nivel de severidad muy ligero).		
*Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.3 mm y en la base de 0.7 mm (nivel de severidad muy ligero).			
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de grietas en las paredes del canal, se puede considerar como causa de malos procedimientos al realizar el mal apuntalamiento en el encofrado, o cercanía de árboles al canal.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las grietas con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	

Tabla 23

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 10/01/2023
Tramo: Km 0+760 a 0+800	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisuras	
	*fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.4 mm y 0.2 mm; en el lateral izquierdo de 0.4 mm y 0.3 mm (nivel de severidad muy ligero).		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	

Tabla 24

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 11/01/2023
Tramo: Km 0+800 a 0+840	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal:	4 años y 5 meses
			Función de objeto de obra:	Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisuras	
	*Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.8 mm y 0.3 mm; en el lateral izquierdo de 0.8 mm; en la base de 0.2 mm (nivel de severidad muy ligero).		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	

Tabla 25

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 11/01/2023
Tramo: Km 0+840 a 0+880	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisuras	Desprendimiento del concreto
	*fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.4 mm y 0.1 mm (nivel de severidad muy ligero).		
	*desprendimiento del concreto	Presencia de desprendimiento de concreto en el borde del canal.		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen agrietamiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
El desprendimiento del borde del canal, se puede considerar como causa de la caída de rocas grandes que se encuentran en la parte superior del canal, que fueron deslizados debido a trabajos realizados en la parte superior.			Remover la parte afectada y encofrar la pared lateral para adherir concreto nuevo al antiguo, con un adhesivo ideal (pegamento epóxico).	

Tabla 26

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 11/01/2023
Tramo: Km 0+880 a 0+920	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisuras	Sedimentos
	*Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.4 mm y 0.3 mm; en el lateral izquierdo de 0.5 mm (nivel de severidad muy ligero).		
*Sedimentos	Presencia de sedimentos en el fondo del canal.			
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de sedimentos en el fondo del canal, se debe al desprendimiento de tierra de la parte superior que son arrastrados a diferentes tramos del canal.			Limpieza periódica en toda la superficie del canal (paredes y base), para evitar la colmatación de sedimentos.	

Tabla 27

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual					
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 11/01/2023	
Tramo: Km 0+920 a 0+960	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.	
Lesión observada:	Descripción:		Grietas	Fisuras	Juntas de dilatación
	*Grietas	Presencia de grietas en una sección del canal en el lateral derecho de 1.65 mm (nivel de severidad muy ligero).			
	*Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del Canal en el lateral derecho de 0.1 mm, 0.8 mm; en el lateral izquierdo de 0.6 mm y 0.9 mm (nivel de severidad muy ligero).			
	*Juntas de dilatación	Desprendimiento de los elementos de la junta de dilatación en la sección del canal.			
Diagnóstico			Posible solución		
La presencia de grietas en las paredes del canal, se puede considerar como causa de malos procedimientos al realizar el mal apuntalamiento en el encofrado, o cercanía de árboles al canal.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las grietas con masilla elástica de poliuretano.		
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.		
El desprendimiento de la junta dilatación se debe a la falta de información de parte de los usuarios que tienden a sacarlos cuando se encuentra más flexible a horas del mediodía.			Realizar una capacitación incluyendo el tema de las juntas de dilatación a los usuarios de riego, explicando cual es la función de ello.		

Tabla 28

Formato de inspección visual

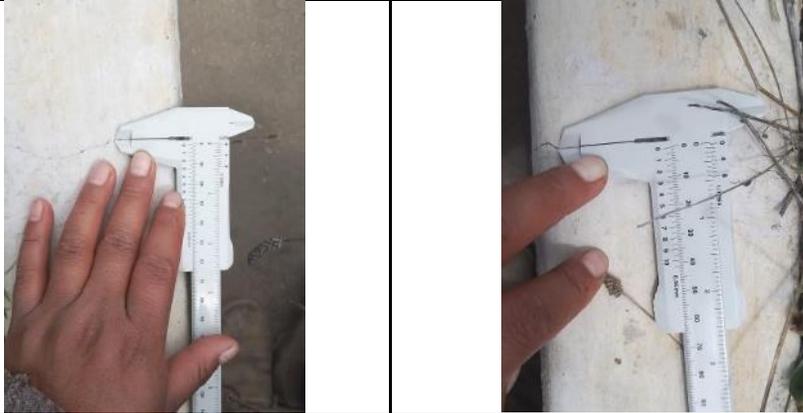
Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 11/01/2023
Tramo: Km 0+960 a 0+1000	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisuras	
	*Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.45 mm; en el lateral izquierdo de 0.45 mm y en la base de 0.4 mm (nivel de severidad muy ligero).		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	

Tabla 29

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 11/01/2023
Tramo: Km 0+1000 a 0+1040	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisura	
	*Fisuras.	Presencia de fisura en una sección del canal en el lateral derecho de 0.25 mm (nivel de severidad muy ligero).		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	

Tabla 30

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 11/01/2023
Tramo: Km 0+1040 a 0+1080	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisuras	Juntas de dilatación.
	*Fisuras.	Presencia de fisura en una sección del canal en el lateral derecho de 0.4 mm (nivel de severidad muy ligero).		
	*Juntas de dilatación.	Desprendimiento de los elementos de la junta de dilatación en el lateral derecho.		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
El desprendimiento de la junta dilatación se debe a la falta de información de parte de los usuarios que tienden a sacarlos cuando se encuentra más flexible a horas del mediodía.			Realizar una capacitación incluyendo el tema de las juntas de dilatación a los usuarios de riego, explicando cual es la función de ello.	

Tabla 31

Formato de inspección visual

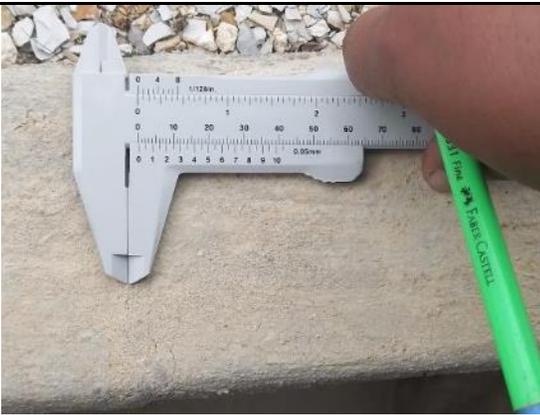
Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 11/01/2023
Tramo: Km 0+1120 a 0+1140	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisuras	
	*Fisuras.	Presencia de fisuras en una sección del canal en el lateral derecho de 0.1 mm y en el lateral izquierdo de 0.1 mm (nivel de severidad muy ligero).		
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	

Tabla 32

Formato de inspección visual

Formato de inspección visual				
Provincia: Aija	Distrito: Aija	Nombre del canal: Yeso	Clasificación de canal: C. Principal	Fecha: 11/01/2023
Tramo: Km 0+1200 a 0+1235	Tipo de agua: Superficial	Sección del canal: Rectangular	Edad del canal: 4 años y 5 meses	Función de objeto de obra: Conducción de agua para fines de riego.
Lesión observada:	Descripción:		Fisuras	Sedimentos
	*Fisuras.	Presencia de fisura en una sección del canal en el lateral derecho de 0.2 mm (nivel de severidad muy ligero).		
*Sedimentos	Presencia de sedimentos en el fondo del canal.			
Diagnóstico			Posible solución	
La presencia de fisura en las paredes del canal, se puede considerar como causa de la dilatación y contracción del concreto, por cambios diarios de temperatura los cuales producen fisuramiento.			Realizar la limpieza de la superficie a tratar, para realizar el sellado de las fisuras con masilla elástica de poliuretano.	
La presencia de sedimentos en el fondo del canal, se debe al desprendimiento de tierra de la parte superior que son arrastrados a diferentes tramos del canal.			Limpieza periódica en toda la superficie del canal (paredes y base), para evitar la colmatación de sedimentos.	

Respecto al objetivo específico 2 “Realizar el análisis químico y físico del agua que discurre en el canal”. Para esta tesis se tomaron dos muestras de agua en el km 0+00 y el Km 1+230 en función a la posible variación significativa de la calidad del agua (entrada y salida) y su afectación a la calidad del concreto, en la siguiente tabla se muestra la descripción de los puntos de monitoreo

Tabla 33

Puntos de Monitoreo en el Tramo en Estudio

Puntos de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
		Este (m)	Norte (m)	
M ₁	(Km 0+00) ubicada en la compuerta de Shíquin.	212953.48	8917532.55	3451
M ₂	(Km 1+230), ubicado en el fin del canal.	211854.70	8917991.17	3431

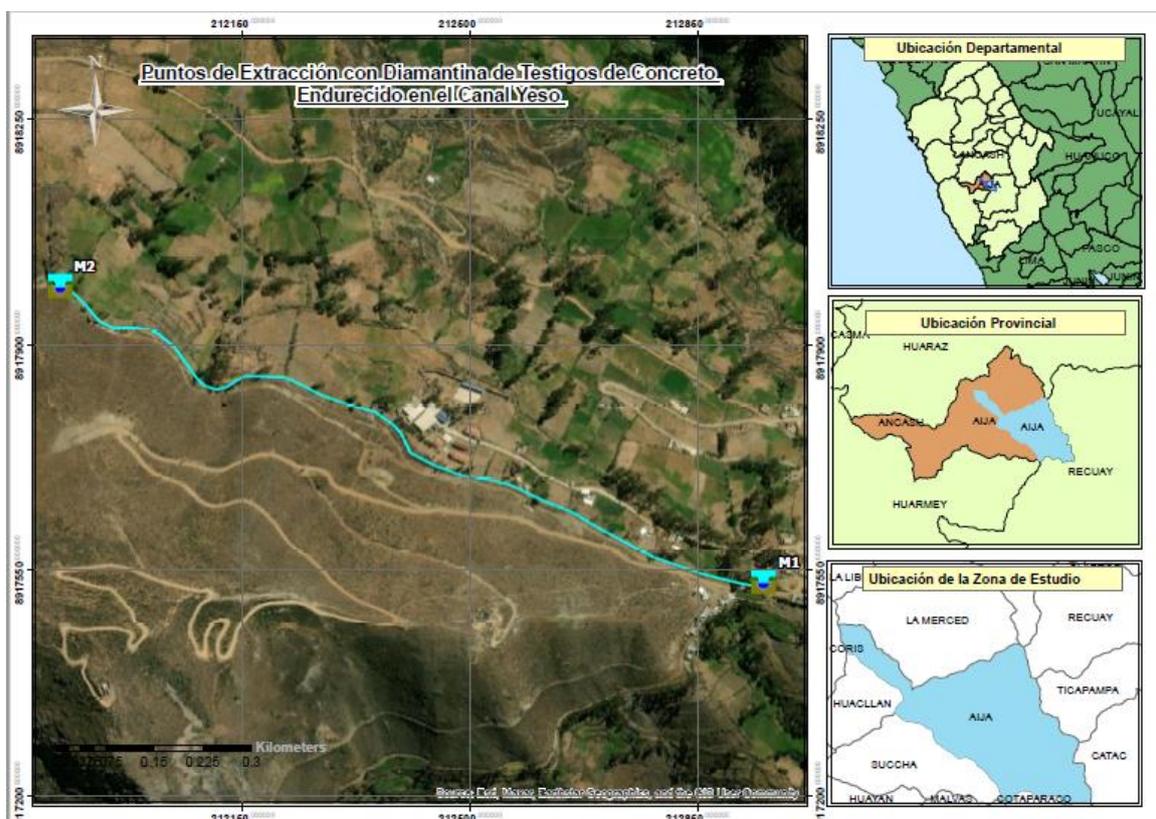
Nota. En la tabla mostrada se aprecia la descripción de los puntos de monitoreo para la presente investigación dentro del Canal Yeso.

M₁. En este punto da inicio el canal de riego Yeso, es por ello que se consideró este punto para evaluar los parámetros físico químicos ya mencionados, se caracteriza por ser un canal de concreto con una compuerta tipo tarjeta.

M₂. En este punto finaliza el canal de riego Yeso, es por ello que se consideró este punto para conocer la variación los parámetros físico químicos del agua, es allí donde termina el tramo de concreto e inicia el canal de tierra.

Figura 19

Mapa de Monitoreo en las Zonas de Estudio



Nota. En la figura se aprecia el mapa donde se ubican los dos puntos de monitoreo para el análisis físico químico del agua (M₁ y M₂) dentro de la zona de estudio – Canal Yeso.

Para el potencial de hidrogeno (pH)

Tabla 34

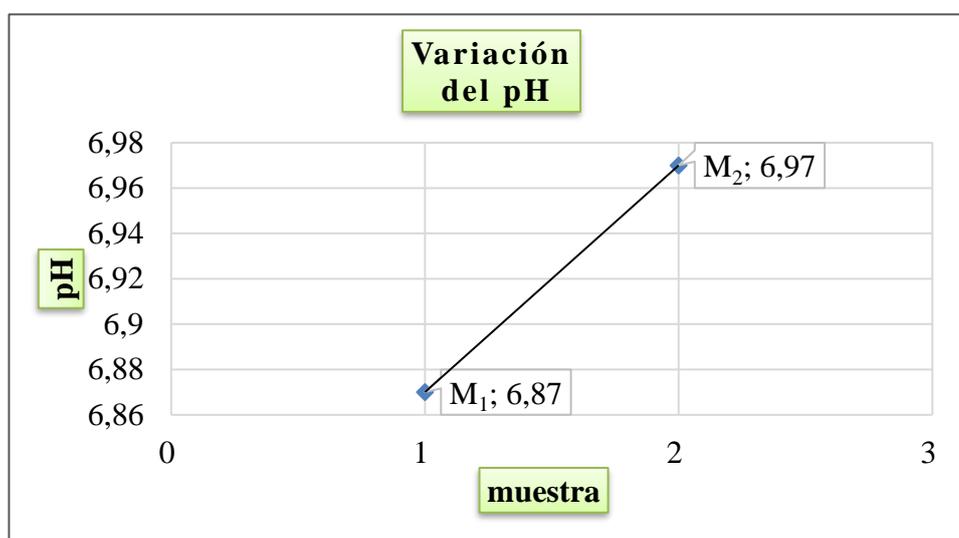
Resultados del pH en los Puntos de Monitoreo.

Punto de monitoreo	Descripción	pH
M ₁	La compuerta de Shíquin	6.87
M ₂	fin del canal	6.97

Nota. En la tabla se muestra los resultados del análisis químico (pH) en los dos puntos de monitoreo realizado por el laboratorio de Calidad Ambiental, Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Figura 20

Variación del Parámetro pH en los Diferentes Puntos de Monitoreo



Nota. Se muestra mediante la figura, la variación del pH en las muestras tomadas en el canal yeso, se observa que estos valores no afectan en el deterioro del concreto por encontrarse por encima de los límites mínimos de afectación, de acuerdo a la tabla 4.

Para sólidos totales

Tabla 35

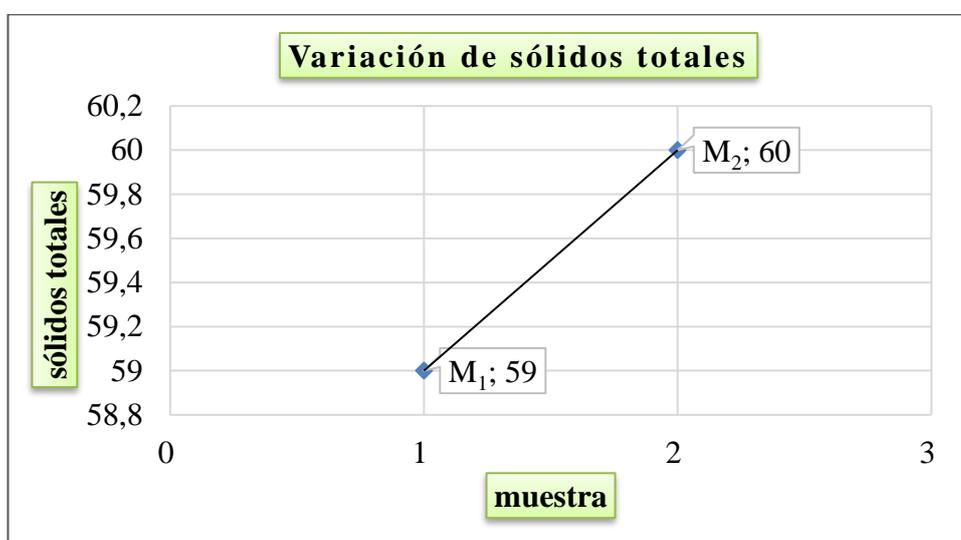
Resultados de los Sólidos Totales (mg/l) en los Puntos de Monitoreo.

Punto de monitoreo	Descripción	Sólidos totales
M ₁	La compuerta de Shíquin	59
M ₂	fin del canal	60

Nota. En la tabla se muestra los resultados del análisis químico (sólidos totales) en los dos puntos de monitoreo realizado por el laboratorio de Calidad Ambiental, Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Figura 21

Variación del Parámetro Sólidos Totales (mg/l) en los Diferentes Puntos de Monitoreo



Nota. Se muestra mediante la figura, la variación de Sólidos totales (mg/l) en las muestras tomadas en el canal yeso, a través de estos valores podemos asumir que este parámetro afecta moderadamente en el deterioro del concreto, por encontrarse entre 50mg/l a 75mg/ de acuerdo a la tabla 4.

Para los cloruros;

Tabla 36

Resultados de los Cloruros (mg/l) en los Puntos de Monitoreo

Punto de monitoreo	Descripción	Cloruros
M ₁	La compuerta de Shíquin	<1
M ₂	fin del canal	<1

Nota. En la tabla se muestra los resultados del análisis químico (cloruros) en los dos puntos de monitoreo realizado por el laboratorio de Calidad Ambiental, Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Los valores obtenidos del parámetro cloruro (mg/l) en las muestras tomadas en el canal de yeso, a través de estos valores podemos asumir que este parámetro no afecta en el deterioro del concreto, por encontrarse debajo del 600 mg/l que viene ser el umbral de riesgo de acuerdo a la base teórica.

Para los sulfatos;

Tabla 37

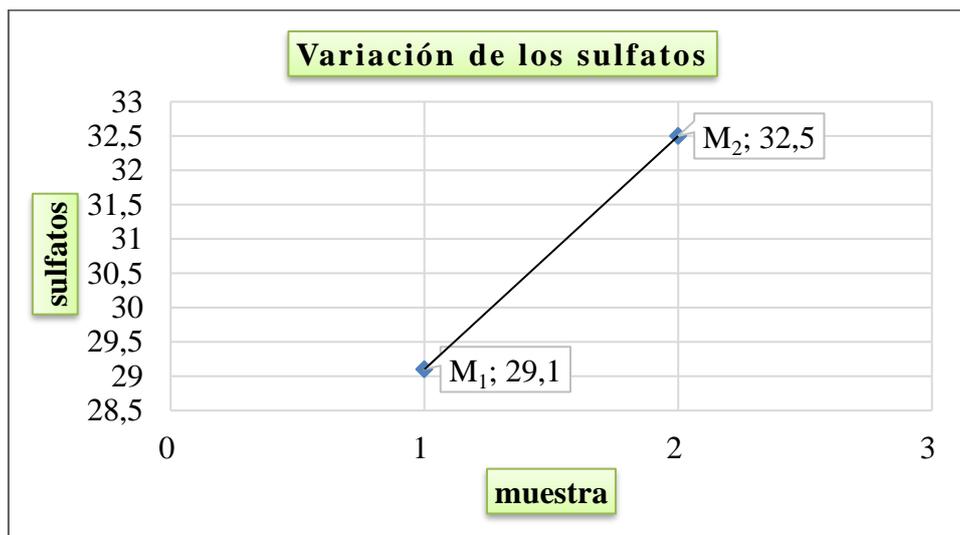
Resultados de los Sulfatos (mg/l) en los Puntos de Monitoreo

Punto de monitoreo	Descripción	Sulfatos
M ₁	La compuerta de Shíquin	29.1
M ₂	fin del canal	32.5

Nota. En la tabla se muestra los resultados del análisis químico (sulfatos) en los dos puntos de monitoreo realizado por el laboratorio de Calidad Ambiental, Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

Figura 22

Variación del Parámetro Sulfatos (mg/l) en los Diferentes Puntos de Muestreo.



Nota. Se muestra mediante la figura, la variación de sulfatos (mg/l) en las muestras tomadas en el canal yeso, a través de estos valores podemos asumir que este parámetro no afecta en el deterioro del concreto de acuerdo a la tabla 4.

Respecto al objetivo 3, “Determinar la calidad del concreto in situ”. Para esta tesis se tomaron doce extracciones de concreto endurecido en cuatro puntos críticos. La extracción con la broca diamantada se realizó en función a la posible variación significativa de la calidad del concreto en los puntos más críticos (PC1, PC2,

PC3 y PC4) y su afectación a la calidad del concreto, los resultados obtenidos como se indican en la siguiente tabla:

Tabla 38

Puntos Críticos en el Canal Yeso.

Puntos críticos	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
		Este (m)	Norte (m)	
PC1	ubicado en el km 0+140 al 0+160	212819.00	8917558.00	3457
PC2	ubicado en el km 0+380 al 0+400	212610.00	8917660.00	3451
PC3	ubicado en el km 0+500 al 0+520	212370.00	8917788.00	3448
PC4	ubicado en el km 0+500 al 0+520	212010.00	8917920.00	3437

Nota. En la tabla mostrada se aprecia la descripción de los puntos críticos para la presente investigación del Canal Yeso.

PC1 está ubicado en el km 0+140 al 0+160 en función a la presencia de grietas en las secciones del canal, en el lateral izquierdo de 1.5 mm y en el lateral derecho de 3.7 mm.

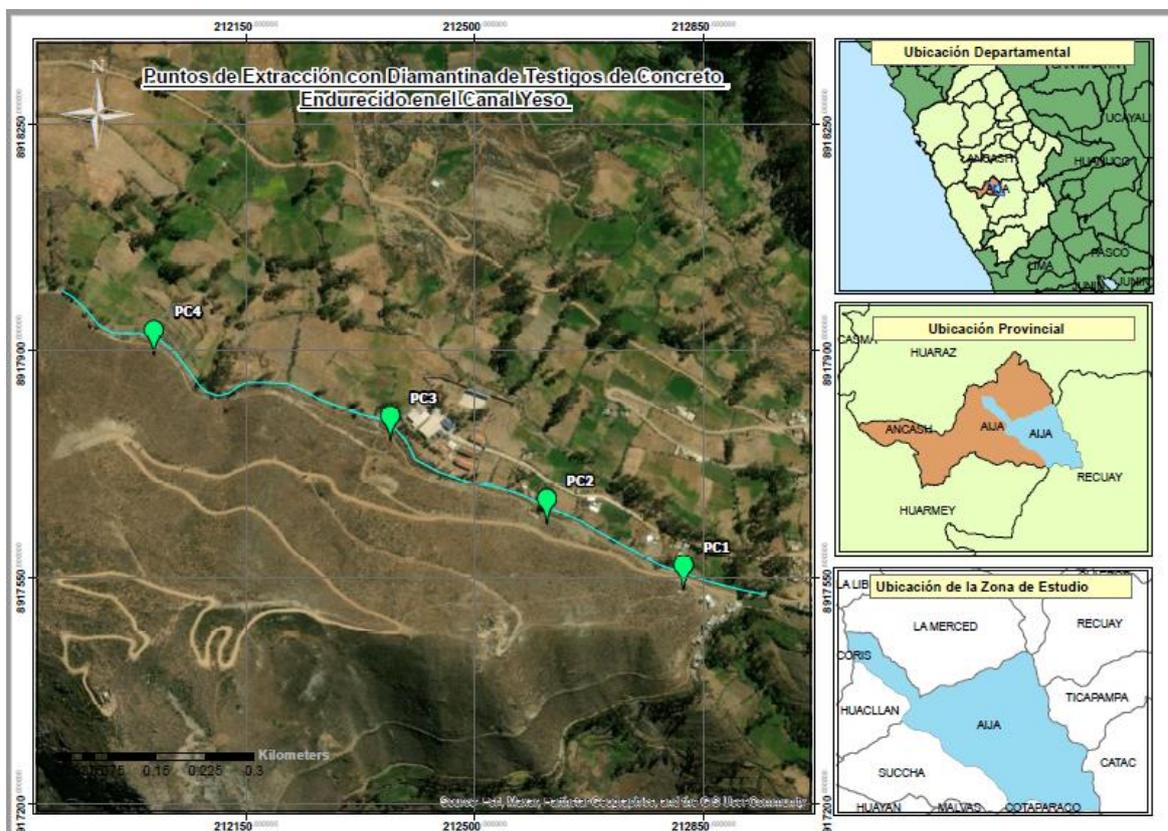
PC2 está ubicado en el km 0+380 al 0+400 en función a la presencia de grieta en una sección del canal en el lateral izquierdo de 1.2 mm.

PC3 está ubicado en el km 0+500 al 0+520 en función a la presencia de grieta en una sección del canal en el lateral derecho de 1.3 mm.

PC4 está ubicado en el km 0+940 al 0+960 en función a la presencia de grieta en una sección del canal en el lateral derecho de 1.65 mm.

Figura 23

Ubicación de los Puntos Críticos en el Canal Yeso.



Nota. En la figura se aprecia el mapa donde se ubican los cuatro puntos críticos donde se realizó la extracción con diamantina (PC1, PC2, PC3 y PC4) dentro de la zona de estudio – Canal Yeso.

Tabla 39

Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Testigos de Concreto Endurecido, Extraídos con Diamantina según Norma ASTM C-42

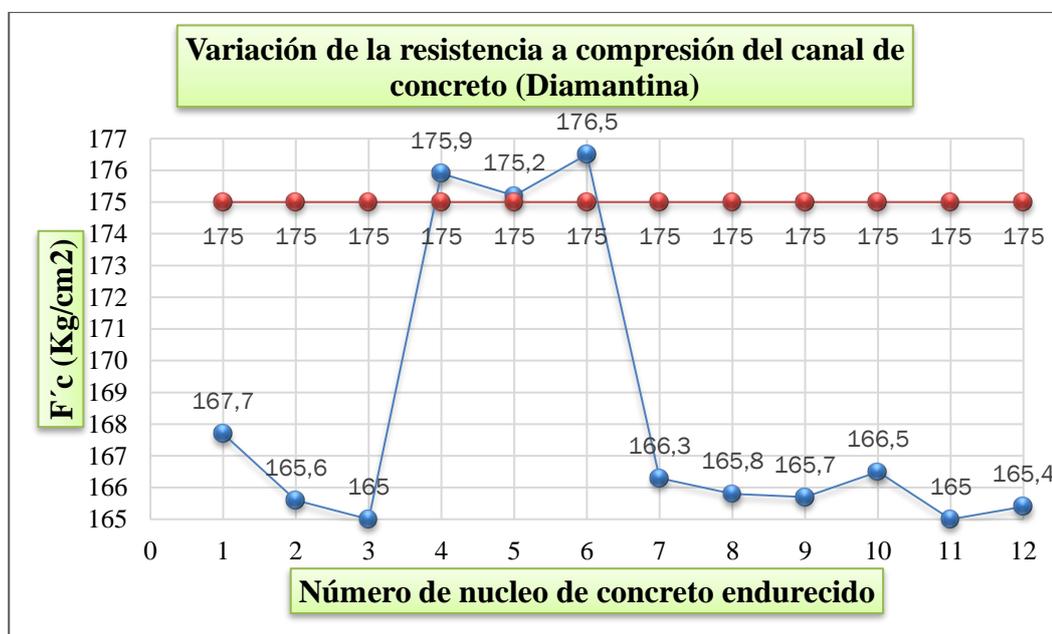
N°	Descripción	Tramo	Diseño F'c (Kg/cm ²)	Diamantina F'c (Kg/cm ²)
1	Lateral derecho	0+140 al 0+160	175	167.7
2	Lateral izquierdo	0+140 al 0+160	175	165.6
3	Lateral Izquierdo	0+140 al 0+160	175	165.0

4	Lateral Izquierdo	0+380 al 0+400	175	175.9
5	Lateral derecho	0+380 al 0+400	175	175.2
6	Lateral derecho	0+380 al 0+400	175	176.5
7	Lateral derecho	0+500 al 0+520	175	166.3
8	Lateral Izquierdo	0+500 al 0+520	175	165.8
9	Lateral Izquierdo	0+500 al 0+520	175	165.7
10	Lateral Izquierdo	0+940 al 0+960	175	166.5
11	Lateral derecho	0+940 al 0+960	175	165.0
12	Lateral derecho	0+940 al 0+960	175	165.4

Nota. En la tabla se muestra los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión de testigos de concreto endurecido, extraídos con diamantina por el laboratorio 3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

Figura 24

Variación de la Resistencia a Compresión del Canal Yeso



Nota. En la figura se aprecia la variación de la resistencia del concreto en kg/cm², donde se puede apreciar que ocho núcleos de concreto tienen a ser inferior con respecto a su resistencia de diseño, estos núcleos se ubican en el PC1, PC3 y PC4;

mientras que tres núcleos de concreto tienen a ser superior con su resistencia de diseño, estos núcleos se ubican en el PC2. La disminución de la resistencia se asume que, son debido al tipo de retracciones que se produce desde su concepción, malas prácticas constructivas, temperaturas extremas que experimenta el concreto.

Respecto al objetivo 4, “Evaluar la velocidad del flujo de agua en la sección del canal”. Para esta tesis se tomaron los datos del expediente técnico como la pendiente, base, tirante y coeficiente de rugosidad; para determinar la velocidad del flujo y el número de Froude, para evaluar su afectación a la calidad del concreto, los resultados obtenidos se indican en la siguiente tabla:

Tabla 40

Parámetros Hidráulicos del Canal

Parámetros hidráulicos		
Base (m)	(b)	0.2
Tirante (m)	(y)	0.1
Radio hidráulico	(Rh)	0.05
coef. Rugosidad	(n)	0.014
Pendiente	(S)	0.02
Velocidad (m/s)	(V)	1.37

Nota. En la tabla se muestra la velocidad determinado con la fórmula de Manning

Tabla 41

Número de Froude

Número de Froude		
Froude	(F)	1.38

Nota. En la tabla se aprecia el número de Froude, lo cual indica que el canal presenta un flujo supercrítico, por lo tanto, se encuentra propenso a la erosión.

Respecto al objetivo 5 “Analizar las temperaturas extremas en periodo crítico de riego”. En las siguientes tablas se muestran las temperaturas mínimas y máximas en un periodo de cuatro años.

Tabla 42

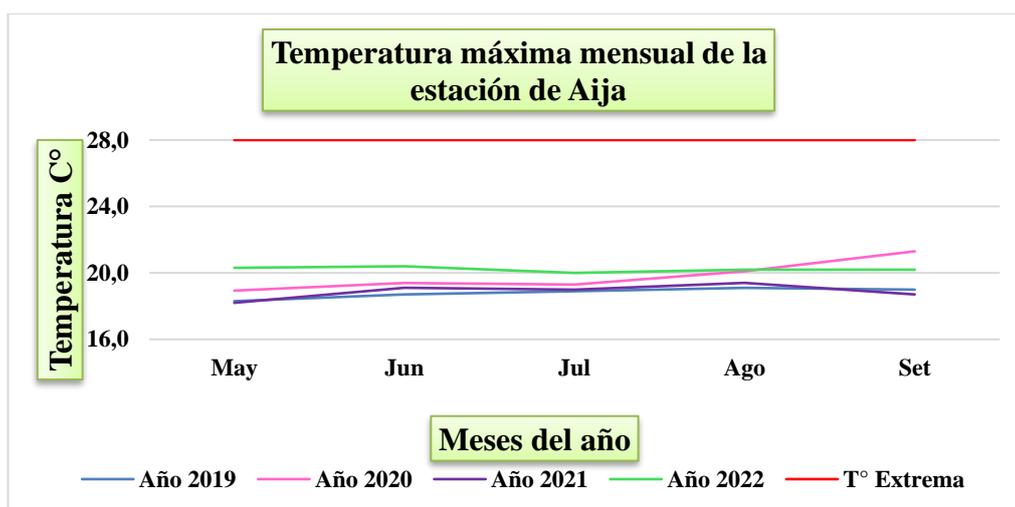
Temperatura Máxima Mensual de (°C), de la Estación de Aija, Provincia de Aija.

Temperatura Máxima					
Año	May	Jun	Jul	Ago	Set
2019	18.3	18.7	18.9	19.1	19.0
2020	18.9	19.4	19.3	20.1	21.3
2021	18.2	19.1	19.0	19.4	18.7
2022	20.3	20.4	20.0	20.2	20.2
TMax	20.3	20.4	20.0	20.2	21.3

Nota. En la tabla se muestra la variación de la temperatura máxima mensual de cuatros años consecutivos de la estación de Aija.

Figura 25

Variación de la Temperatura Máxima Mensual de la Estación de Aija.



Nota. En la figura se aprecia la variación de la temperatura máxima mensual de cuatros años consecutivos de la estación de Aija, donde se aprecia que dichas temperaturas máximas no sobrepasan la temperatura extrema de 28°C.

Tabla 43

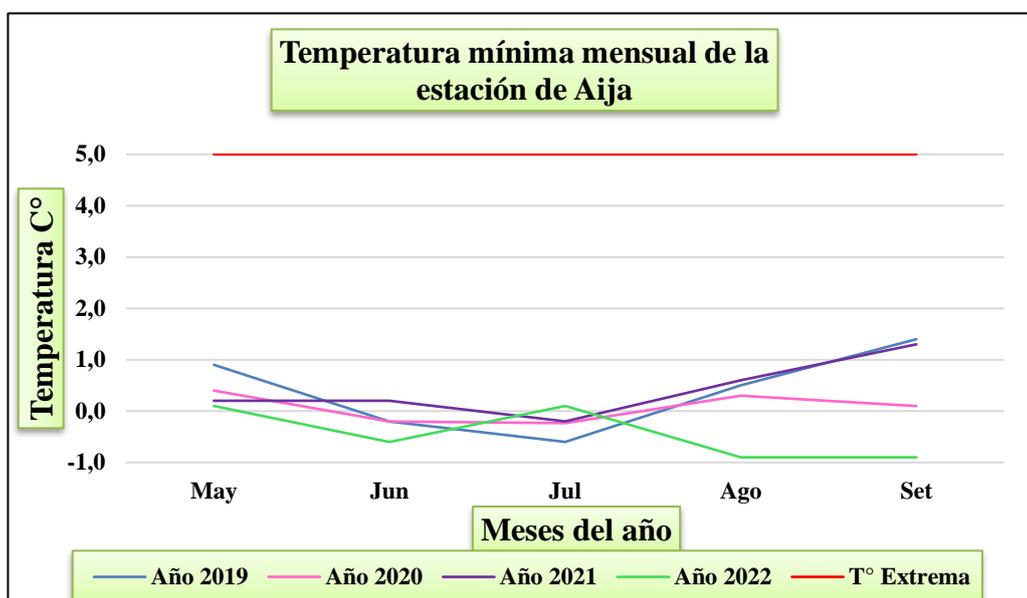
Temperatura Mínima Mensual de (°C), de la Estación de Aija, Provincia de Aija.

Temperatura Mínima					
Año	May	Jun	Jul	Ago	Set
2019	0.9	-0.2	-0.6	0.5	1.4
2020	0.4	-0.2	-0.2	0.3	0.1
2021	0.2	0.2	-0.2	0.6	1.3
2022	0.1	-0.6	0.1	-0.9	-0.9
TMin	0.1	-0.6	-0.6	-0.9	-0.9

Nota. En la tabla se muestra la variación de la temperatura mínima mensual de cuatros años consecutivos de la estación de Aija. donde se aprecia que dichas temperaturas mínimas están por debajo de los 5°C.

Figura 26

Variación de la Temperatura Mínima Mensual de la Estación de Aija.



Nota. En la figura se aprecia la variación de la temperatura mínima mensual de cuatros años consecutivos de la estación de Aija, donde se aprecia que dichas temperaturas mínimas se encuentran por debajo de la temperatura extrema de 5°C.

4.2. Prueba de hipótesis

La hipótesis planteada es afirmativa debido a la afectación moderada de un parámetro químico del agua y a la disminución en la resistencia del concreto que involucran en el deterioro del concreto.

4.3. Discusión

Respecto al objetivo específico 1 “Diagnosticar el deterioro actual, fisuras, grietas y otros en la sección del canal Yeso”.

En las tablas del 6 al 32 se presentó el diagnóstico del canal del riego Yeso, entre los que destacan las fisuras de aberturas menores a 1mm, grietas con aberturas que van de 1.1. mm a 3.7 mm, musgos en un área de 2.7 m², mohos 10.66 m², sedimentos, desprendimiento del concreto en las paredes del canal y desprendimiento de los elementos en las juntas de dilatación, todos estos factores tienen influencia en el deterioro del concreto con un grado de afectación moderada con respecto a la durabilidad del concreto, Se comparó con el antecedente de Saenz (2015) quien determino que los agentes biológicos en las paredes del canal, crecimiento en las juntas de dilatación, fisuras y sedimentos reducen la sección del canal, teniendo mayor incidencia en el deterioro del concreto. Encontrándose una pequeña diferencia que podría deberse a la edad de la estructura.

Respecto al objetivo específico 2 “Realizar el análisis químico y físico del agua que discurre en el canal”.

En la tabla 34, 35, 36 y 37 se presentó los resultados del análisis físico químico del agua que discurre por el canal Yeso. Respecto al pH en la tabla 33 se aprecia la variación en los dos puntos de monitoreo siendo 6.87 y 6.97, asumiendo que estos valores no afectan en el deterioro del concreto por encontrarse por encima de los límites mínimos de afectación, de acuerdo a la tabla 4; respecto a los sólidos totales en la tabla

34 se aprecia la variación en los dos puntos de monitoreo siendo 59 mg/l y 60 mg/l, asumiendo que este parámetro afecta moderadamente en el deterioro del concreto, por encontrarse entre 50mg/l a 75mg/ de acuerdo a la tabla 4; respecto a los cloruros en la tabla 35 se aprecia la variación en los dos puntos de monitoreo siendo <1 mg/l, asumiendo que este parámetro no afecta en el deterioro del concreto, por encontrarse debajo del 600 mg/l que viene ser el umbral de riesgo y respecto a los sulfatos en la tabla 36 se aprecia la variación en los dos puntos de monitoreo siendo 29.1 mg/l y 32.5 mg/l, asumiendo que este parámetro no afecta en el deterioro del concreto de acuerdo a la tabla 4. Se comparó con el antecedente de Saenz (2015) quien determino, con respecto al Ph no presentaron agresividad a la durabilidad del concreto, respecto a los sólidos totales, indica que la exposición del concreto en contacto con el agua la agresividad que se presenta es ligera por encontrarse entre los valores de 75mg/l a 150mg/l; encontrándose una diferencia por ser diferente la muestra de agua. Se comparó con el antecedente de Valeriano (2021) quien determino que los sulfatos y cloruros afectan directamente a la resistencia a compresión simple del concreto donde el concreto presento menores valores de resistencia a la compresión simple y se hace más evidente con el transcurrir del tiempo, comparando con nuestra investigación la cantidad de sulfatos y cloruros solubles encontrado en el agua no influye en el deterioro del concreto por ser una muestra con niveles bajos de cloruros y sulfatos. Se comparó con el antecedente de Granados (2017) quien determino que el concreto 280 Kg/cm² expuesto al 50 % de agente sulfato tuvo un porcentaje de pérdida de resistencia porcentual de 12.65 %, mientras que el concreto expuesto al 100 % tuvo una pérdida de resistencia porcentual de 19.08 %. Encontrándose diferencias en estas investigaciones debido a la exposición de la calidad del agua que presenta cada una de ellas.

Respecto al objetivo 3, “Determinar la calidad del concreto in situ”.

En la tabla 39 se presentó los resultados del ensayo de compresión de los núcleos de concreto del canal Yeso los cuales son: 167.7 Kg/cm², 165.6 Kg/cm², 165 Kg/cm², 175.9 Kg/cm², 175.2 Kg/cm², 176.5 Kg/cm², 166.3 Kg/cm², 165.8 Kg/cm², 165.7 Kg/cm², 166.5 Kg/cm², 165 Kg/cm² y 165.4 Kg/cm², las resistencias más resaltantes son valores menores a 175 Kg/cm² que vendría ser la resistencia de diseño, se comparó con el antecedente de Loli (2019) donde obtuvo resultados similares al realizar la extracción de núcleos de concreto de las paredes de reservorios circulares apoyados de 50 años de antigüedad, dichos resultados se encuentran en el rango de 79 Kg/cm² a 172 Kg/cm² donde estos tienden ser menores a la resistencia de diseño de 210 Kg/cm²; se comparó con el antecedente de Saenz (2015) donde obtuvo resultados similares al realizar la extracción de núcleos de concreto de las paredes de un canal, dichos resultados se encuentran en el rango de 25 Kg/cm² a 62 Kg/cm² donde estos tienden a ser menores a la resistencia de diseño de 175 Kg/cm²; estos dos antecedentes guardan relación con respecto a esta investigación presentada. La disminución de la resistencia del concreto que se encuentran en los antecedentes y en esta investigación con respecto a la resistencia de diseño, son los siguientes: las retracciones que experimenta el concreto desde su concepción, como son la retracción autógena o química, retracción plástica, retracción por secado o hidráulica, retracción térmica y retracción por carbonatación teniendo como consecuencia fisuras de aberturas mínimas que afectan en el deterioro del concreto; el grado de agresividad del agua al que es expuesto el concreto, malas prácticas constructivas, variación de velocidades del flujo y la variación de temperaturas diarias que experimenta el concreto durante y después de su elaboración.

Respecto al objetivo 4, “Evaluar la velocidad del flujo de agua en la sección del canal”.

En la tabla 40 se presentó el resultado de la velocidad de 1.37 m/s; en la tabla 41 se presentó el número de Froude con un valor de 1.38, clasificándolo como flujo supercrítico el mismo que puede manifestar la causa de la erosión con el transcurso del tiempo, se comparó con el antecedente de Shinche (2018) donde menciona que la topografía repercute en la velocidad de flujo, encontrando en su investigación velocidades desde 0.7367 m/s a 1.5298 m/s expresando que dichas velocidades no causan sedimentación por encontrarse dentro de los límites permisibles; se comparó con el antecedente de Saenz (2015) donde menciona que las velocidades que obtuvo en su investigación sobrepasan la velocidad máxima recomendada como son 3.06 m/s, 3.67 m/s y 3.68 m/s, por lo que el revestimiento es más vulnerable al desgaste. En estas investigaciones existe una gran diferencia debido a las condiciones en las que se encuentran, que podría ser debido a las pendientes, las pérdidas de infiltración por medio de fisuras, grietas y falta de los elementos en las juntas de dilatación que presentan cada una ellas y la edad de la estructura.

Respecto al objetivo 5 “Analizar las temperaturas extremas en periodo crítico de riego”.

En la tabla 42 y 43 se presentó los resultados de las temperaturas extremas en periodo crítico de riego, donde podemos encontrar temperaturas mínimas de 0.1°C, -0.6°C y -0.9°C asumiendo que estas temperaturas mínimas si afectan en el deterioro del canal de concreto por encontrar valores bajo 0° C y las temperaturas máximas de 20.3°C, 20.4°C, 20°C, 20.2°C, 21.3°C asumiendo que estas temperaturas máximas no afectan en el deterioro del canal de concreto por encontrarse por debajo de los 28 °C. Se comparó con el antecedente de Saenz (2015) que presento resultados de temperaturas

mínimas de 6°C, 7°C, 8°C, 9°C y 10°C; temperaturas máximas de 27°C, 28°C y 29°C quien determino que la variación de temperatura crea condiciones para el envejecimiento acelerado y progresivo del canal de concreto; encontrando una gran diferencia en cuanto a los valores obtenido que podría deberse a la ubicación de la zona, y el grado de afectación es diferente ya que en zonas con cambios bruscos de temperatura se generan fisuras debido a la dilatación del concreto cuando la temperatura es mayor y a la compresión del concreto cuando las temperaturas descienden; y en zonas que se presentan inviernos helados debido a la porosidad del concreto el agua satura y crea un esfuerzo de tensión ocasionando grietas y delaminación provocando el deterioro del concreto.

V. CONCLUSIONES

Respecto al objetivo general, los factores influyen moderadamente en el deterioro del concreto hidráulico en el canal Yeso. Aija 2022.

Respecto al objetivo específico 1, se diagnosticó el deterioro actual de las lesiones más comunes que presenta el canal Yeso como las fisuras con un grado de severidad de muy ligeras con aberturas menores a 1mm y grietas con aberturas que se encuentran de 1.1 mm a 3.7 mm con un grado de severidad muy ligera y ligera; se evidencio musgos en un área aproximadamente de 2.7 m² a lo largo del canal, mohos en un área aproximadamente de 10.66 m² a lo largo del canal, desprendimientos de poliuretano en las juntas de dilatación, sedimentos en el fondo del canal, un mal acabado en la base del canal y desprendimiento del concreto en las paredes debido a caída de rocas, los cuales afectan moderadamente la durabilidad del concreto.

Respecto al objetivo específico 2, el análisis de los parámetros físico químicos del agua que conduce el canal en los dos puntos de monitoreo, determino que el Ph, cloruros, sulfatos no afectan el deterioro del concreto, mientras que los sólidos totales afectan moderadamente en el ello.

Respecto al objetivo específico 3, se determinó la resistencia a compresión del canal Yeso, por medio de la extracción de los núcleos de concreto con diamantina que fueron sometidos al ensayo de compresión obteniéndose una resistencia variable con una disminución mínima en el punto PC1, PC3 y PC4 y con un aumento mínimo en el punto PC2 con respecto al F_c de diseño; esta variación de resistencia depende de las propiedades de las condiciones ambientales, diseño de mezcla, malas prácticas constructivas y de la edad del concreto que tiende a disminuir con el transcurrir el tiempo.

Respecto al objetivo específico 4, la velocidad del flujo que conduce el canal si es un factor que influye en el deterioro del concreto por el tipo de flujo que presenta, lo cual se encuentra propenso a la erosión que se manifestara con el transcurso del tiempo.

Respecto al objetivo específico 5, las temperaturas extremas en periodo crítico si influyen en el deterioro del canal, por experimentar temperaturas ambientales bajo 0°C debido a encontrarse en épocas de heladas ocasionando un deterioro de hielo y deshielo ocasionando fisuras en el concreto.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda durante la ejecución cumplir de acuerdo a las especificaciones técnicas que indiquen en el expediente técnico, para evitar las malas prácticas constructivas que pueden causar deterioro en el concreto con el transcurrir el tiempo.

Se recomienda realizar el curado del concreto en los primeros días de su concepción, para el desarrollo de su resistencia optima y así garantizar su vida útil.

Se recomienda utilizar aditivos como, el acelerador de fragua e incorporador de aire en zonas con temperaturas bajas.

Se recomienda en otras investigaciones posteriores similares, hacer el uso de otras técnicas y equipos no destructivos con el fin de tener mayor aproximación, con respecto a la resistencia del concreto y así poder realizar comparaciones al respecto.

Se recomienda propiciar la elaboración de guías didácticas con el fin de realizar mantenimientos oportunos en diferentes obras hidráulicas, con el propósito de conservar las estructuras en óptimas condiciones, y así para alargar su vida útil.

VII.REFERENCIAS

- Anonimo. (s.f). *Concretos*. Contruyendo.Co. Obtenido de <https://construyendo.co/concreto/tipo-concreto.php>
- Anonimo. (2011). *Soluciones Expertas para la Construcción*. Bogotá, Colombia. Obtenido de: www.toxement.com.co/media/3414/reparacio-n-mantenimiento-en-losas-de-concreto-en-canales-de-conduccio-n-de-agua-2011-11-v1.pdf
- Anónimo. (2014). *Tratamientos de impermeabilizacion de canales y acequias mediante sistemas de poliuretano y banda de pvc*. Civil, PRAL Ingenieria y obra, Madrid. Obtenido de <https://docplayer.es/16603485-Tratamientos-de-impermeabilizacion-de-canales-y-acequias-mediante-sistema-de-poliuretano-y-banda-de-pvc.html>
- Anónimo. (2016). *Eliminar y prevenir moho y humedades en el exterior*. GAMMA GRUP. Obtenido de <https://www.gamma.es/blog/eliminar-prevenir-moho-humedades/>
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y afianzamiento hídrico*. Lima. Obtenido de http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/manual-disenos-1_0_2.pdf
- Avendaño Rodríguez, E. (2006). *Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial*. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Obtenido de <http://www.inii2.ucr.ac.cr/RIINII/pdf/IC/IC-5277.pdf>
- Avila Mezarino, Y. H. (2011). *Patologías, inspección y propuestas de reparación de estructuras de muelles portuarios-caso región Ancash Perú*. Universidad Politecnica de Cataluña, Barcelona.

- Avila G. (27 de octubre de 2014). Tipos de cemento. Tecnología de los materiales. Obtenido de <http://tecnolouap.blogspot.com/>
- Arumí, J. L., & Jones, D. (Julio - Setiembre de 2001). *Metodología para el análisis de riesgo*, XVI(3). Mexico. Obtenido de <http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/download/871/898/1302>
- Bedoya, R. (2010). *Evaluación patologica del edificio de la policia nacional ubicado en las calles Jorge Drom y unión nacional de periodistas en la ciudad de Quito*. Pontifica Universidad Católica del ecuador, Quito.
- Bernal Camacho, J. M. (2009). Durabilidad en estructuras de concreto armado, localizadas frente a la costa. *Tesis de Maestria*. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. Obtenido de https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000649076
- Castillo Gutiérrez, A. (2016). Estudio de durabilidad de estructuras de concreto armado frente a los agentes quimicos agresivos. *Tesis de Postgrado*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/10802/1/tesis.pdf>
- Debernardi Borda, V. A., & Flores Castillo, S. M. (2018). Evaluación estructural preliminar de la Bocatoma Chuschuco – Tacna. *Tesis de Pregrado*. Universidad Privada de Tacna, Tacna. Obtenido de https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/544/Debernardi_Borda_Flores_Castillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Enrique , R. (2006). *Patologia del concreto*. Obtenido de [https://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidad-](https://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidad-ypatologiadelconcretoenriquerivval)
- Loli Silva , M. A. (2019). Nivel de deterioro

estructural y propuesta de rehabilitación de reservorios de agua potable de concreto armado en la ciudad de Huaraz - año 2016. *Tesis de Postgrado*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz. Obtenido de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3323/T033_31626594_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gomez Tamariz, W. J., & Villavicencio Garrido, K. E. (2020). Temperaturas extremas y su relacion con su consistencia del concreto a lo largo del tiempo. *Tesis de Pregrado*. Universidad Ricardo Palma, Lima. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3726>

Granados Palmadera , J. D. (2017). Grado de presencia del sulfato con la resistencia a la compresion del concreto, en la ciudad de Huaraz, 2016, 2017. *Tesis de pregado*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz. Obtenido de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1959/T033_41964872_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Harmsen E., T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado* (Tercera Edición ed.). Obtenido de <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disenio-de-estructuras-de-concreto-harmsen.pdf>

Juarez Morataya, L. (2004). *Grietas en el concreto reforzado del canal de aducción del proyecto hidroeléctrico Palín II*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2468_C.pdf

Lopez Huaman, R. M., & Lopez Huaman, C. A. (2014). Determinacion y evaluacion de las patologias en el concreto de pavimentos rígidos, distrito de San Juan Bautista, Provincia de Huamanga - Ayacucho. *Tesis de Pregrado*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica. Obtenido de

<https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/247/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200030.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Machuca Campos, Y. A. (2021). Efecto de la incorporacion de fibra de polipropileno en las propiedades fisico – mecanicas de un concreto 210 kg/cm2. *Tesis de Pregrado*. Universidad Peruana los Andes, Huancayo. Obtenido de https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3015/T037_74092980_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Marín Martínez, I. D. (2001). *Causas y soluciones de patología presente en cabaña Villa Luján, ubicada en la vereda de Yayatá (Silvania)*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15497/1/CAUSAS%20Y%20SOLUCIONES%20DE%20PATOLOGIA%20EN%20CABA%20C3%91A%20VILLAA%20LUJAN.pdf>

Morales Carbonel, E. J. (2017). *Evaluación de la eficiencia de conducción de dos kilómetros del canal Rinrin Pampa y determinacion de los Procedimientos para mejorar su eficiencia, en el distrito de Pampa Chico - Recuay - Región Ancash*. Universidad Nacional de Trujillo.

Navareño Rojo, A. (2015). *Estudio Teórico - Experimental sobre el deterioro en tableros de puentes de hormigón producido por la acción del hielo - deshielo con sales de fundentes*. Universidad Politecnica de Madrid, Madrid.

Normas Técnicas Complementarias Para el Diseño y Ejecución de obras de Instalaciones Hidraulicas. (2018). Obtenido de <https://es.slideshare.net/kotch/normas-tcnicas-complementarias-para-el-diseo-de-obras-e-instalaciones-hidraulicas>

Pérez Díaz, J. L., Godínez Domínguez, E. A., Mundo Molina, M. D., & Hernández Cruz, D. (2020). *Inspección por corrosión y estructural de un elemento de concreto*

reforzado interno, que atraviesa el embovedado de san roque en el encadenamiento 0 + 145, en Tuxtla Gutierrez, Chiapas. *Espacio I+D*, IX(22), 153. doi:<http://dx.doi.org/10.31644/IMASD.22.2020.a08>

Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima: aci Perú. Obtenido de: <https://vdocuments.mx/materiales-para-el-concreto-enrique-rivva-lopezpdf.html>

Rodriguez Jahuana, J. (2015). *Agua para Concreto y Morteros*. Tecnología de Materiales. Obtenido de <http://jhonrodrigueztec.blogspot.com/2015/09/semana-7.html>

Sáenz Jamanca , A. C. (2015). *Evaluación de los factores que influyen en el comportamiento del concreto para proponer acciones correctivas en el canal de la tercera toma de Ranrahirca. Yungay - Ancash*. Universidad Nacional Santiago antunez de Mayolo, Huaraz.

Salamanca Correa, R. (12 de junio de 2009). Factores que afectan la retracción del concreto acciones para su control. *Seminario ACI "Agrietamientos en el concreto - Causas y soluciones"*. Bogotá, colombia. Obtenido de <https://www.acicolombia.org.co/wp-content/uploads/2016/05/ACI-Seminario-Agrietamientos-en-el-Concreto-Causas-y-Soluciones.pdf>

Sinche Cordero, D. L. (2018). *Comportamiento hidráulico de flujos en canales*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.

Tagle Arizaga, A. F., & Zapana Matheus, L. K. (2017). Evaluación del deterioro del concreto con contenidos variables de aire incorporado y fibras de prolipropileno sometido a congelamiento a edades tempranas. *Tesis de Pregrado*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3306/ICTaoraf05.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Treviño Treviño, E. L. (s.d.). Patología de las estructuras de concreto reforzado reflexiones y recomendaciones. *Tesis de Postgrado*. Universidad Autonoma De Nuevo Leon, Monterrey. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/6017/1/1080087103.PDF>
- Valeriano Fuentes, L. (2021). Desempeño del concreto con cemento antisalitre frente a ataque de sulfatos y cloruro. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional del Altiplano, Perú. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15057/Valeriano_Fuentes_L_eopoldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villón Béjar, M. (1995). *Hidráulica de canales*. Lima: Tecnológica de Costa Rica.
- Viviescas Restrepo, J. C. (2010). *Grietas en construcciones ocasionadas por problemas geotécnicos*. Universidad EAFIT, Medellín. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/47251294.pdf>
- Zambrano Rojas, K. L. (2017). Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometria de la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil - Cajamarca. *Tesis de Pregrado*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1003/Tesis%20-Zambrano%20Rojas%20Katherine.pdf>

VIII. ANEXO

Anexo A. Diagnóstico del deterioro actual en la sección del canal.

Figura A1

Identificación de las Grietas y Fisuras que Afectan en el Deterioro del Canal.



Figura A2

identificación de los Musgos, Mohos y Sedimentos que Afectan en el Deterioro del Canal.



Figura A3

Identificación de los Desprendimientos de los Elementos de las Juntas de Dilatación que afectan en el Deterioro del Canal.



Anexo B. Análisis físico químico del agua que discurre en el canal.

Figura B1

Puntos de Monitoreo M_1 y M_2



Figura B2

Toma de Muestra en los Puntos de Monitoreo M_1 y M_2 .



Figura B3

Rotulado de Muestras M_1 y M_2 para su Respectivo Traslado al Laboratorio.



Figura B4

Análisis de los Parámetros del Agua en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Facultad de Ciencias del Ambiente.



Anexo C. Análisis de la calidad del concreto in situ.

Figura C1

Extracción de los Núcleos de Concreto del Canal con Diamantina en los Cuatro Puntos Críticos



Figura C2

Núcleos de Concreto del Canal con Diamantina del PC1 y PC2



Figura C3

Núcleos de Concreto del Canal con Diamantina del PC3 y PC4



Figura C4

Ensayos de Compresión de los Núcleos de Concreto de Canal M-1-D y M-2-I



Figura C5

Ensayos de Compresión de los Núcleos de Concreto de Canal M-3-I, M-4-I, M-5-D y M-6-

D



M-5-D

M-6-D

Figura C6

Ensayos de Compresión de los Núcleos de Concreto de Canal M-7-D, M-8-I, M-9-I y M-10-

I



Figura C7

Ensayos de Compresión de los Núcleos de Concreto de Canal M-11-D y M-12-D



Figura C6

Resultados del Ensayo de Compresión de los Núcleos de Concreto, en el Laboratorio 3R
GEOINGENIERIA S.A.C.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS DE CONCRETO OBTENIDAS CON PERFORACIÓN DIAMANTINA

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 030-2023-3R-LG

SOLICITA : Bach. ANTUNEZ CARRANZA ELENA SILVIA

OBRA : "EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL
DETERIORO DEL CONCRETO HIDRÁULICO PARA PROPONER
ACCIONES CORRECTIVAS EN EL CANAL YESO. AIJA 2022"

DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: AIJA DISTRITO: AIJA

Dimensiones de la muestra: Altura: 14.00 cm. Diámetro: 7.00 cm.

N°	MUESTRA DE CONCRETO DESCRIPCION	ELEMENTO ESTRUCTURAL	DISEÑO f _c Kg/cm ²	FECHA		CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	% f _c /f _c
				MUESTREO	ROTURA				
1	M-1-D - TRAMO KM 0+140 AL 0+160	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,455.4	38.5	167.7	95.9%
2	M-2-I - TRAMO KM 0+140 AL 0+160	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,373.0	38.5	165.6	94.6%
3	M-3-I - TRAMO KM 0+140 AL 0+160	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,349.5	38.5	165.0	94.3%
4	M-4-I - TRAMO KM 0+380 AL 0+400	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,769.4	38.5	175.9	100.5%
5	M-5-D - TRAMO KM 0+380 AL 0+400	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,741.9	38.5	175.2	100.1%
6	M-6-D - TRAMO KM 0+380 AL 0+400	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,792.9	38.5	176.5	100.9%

Nota: Las muestras fueron extraídas y ensayadas en presencia de los solicitantes



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS DE CONCRETO OBTENIDAS CON PERFORACIÓN DIAMANTINA

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 030-2023-3R-LG

SOLICITA : Bach. ANTUNEZ CARRANZA ELENA SILVIA

OBRA : "EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL
DETERIORO DEL CONCRETO HIDRÁULICO PARA PROPONER
ACCIONES CORRECTIVAS EN EL CANAL YESO. AIJA 2022"

DEPARTAMENTO: ANCASH

PROVINCIA: AIJA

DISTRITO: AIJA

Dimensiones de la muestra: Altura: 14.00 cm. Diámetro: 7.00 cm.



MUESTRA DE CONCRETO N°	DESCRIPCION	ELEMENTO ESTRUCTURAL	DISEÑO fc Kg/cm²	FECHA		CARGA (Kg)	AREA cm²	f'c (Kg/cm²)	% f'c/fc
				MUESTREO	ROTURA				
7	M-7-D - TRAMO KM 0+500 AL 0+520	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,400.5	38.5	166.3	95.0%
8	M-8-I - TRAMO KM 0+500 AL 0+520	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,380.9	38.5	165.8	94.7%
9	M-9-I - TRAMO KM 0+500 AL 0+520	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,376.9	38.5	165.7	94.7%
10	M-10-I - TRAMO KM 0+940 AL 0+960	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,408.3	38.5	166.5	95.2%
11	M-11-D - TRAMO KM 0+940 AL 0+960	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,349.5	38.5	165.0	94.3%
12	M-12-D - TRAMO KM 0+940 AL 0+960	Concreto de canal	175	06/02/2023	14/02/2023	6,365.2	38.5	165.4	94.5%

REGISTRO INDICOPI CERTIFICADO N°00131871

Nota: Las muestras fueron extraídas y ensayadas en presencia de los solicitantes



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL, CIP N° 57000
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayillo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia

Figura C7

Resultados del Ensayo de Compresión de los Núcleos de Concreto, Presentada a la Entidad en la Ejecución del Canal Yeso.

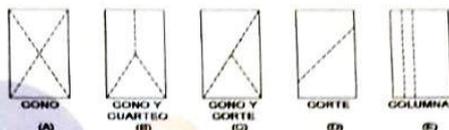


ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO
ASTM C39/C39-M

Hoja 1 de 1

OBRA: MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO DE YESO MUTCO EN EL DISTRITO DE ALIA, PROVINCIA DE ALIA-ANCASH- I ETAPA

SOLICITANTE: CONSORCIO CINCO ESQUINAS
LUGAR: ALIA-ALIA-ANCASH
FECHA: 25/01/2019
DOSIFICACION:
En Peso: --
En Volumen: --
fc de Diseño: 175



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm²
Diámetro: 15.0 cm

N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm ²	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm ²)	% fc/fcd
				Moldeo	Rotura				
1	CANAL	175	D	26/12/2018	23/01/2019	28	32400	183	104.57
2	CANAL	175	D	28/12/2018	25/01/2019	28	32450	184	105.14

OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado en máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.

CONSORCIO CINCO ESQUINAS

Prudencia: *[Firma]*
D. *[Firma]* Félix Camones
N° 31771898
REPRESENTANTE COMÚN



Oficina Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

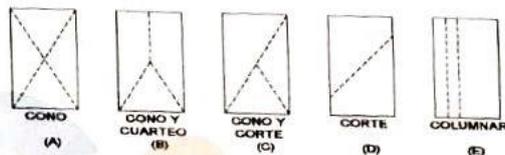


ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO
ASTM C39/C39-M

Hoja 1 de 1

OBRA: MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO DE YESO - MUTQO, EN EL DISTRITO DE AJA, PROVINCIA DE AJA - ANCASH (1ª ETAPA)

SOLICITANTE: CONSORCIO CINCO ESQUINAS
LUGAR: MUTQO-AJA-AJA-ANCASH
FECHA: 5/02/2019
DOSIFICACION:
En Peso: --
En Volumen: --
fc de Diseño: 175



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm
Diámetro: 15.0 cm



N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm2	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm2)	% fc/fcd
				Moldeo	Rotura				
1	CANAL	175	C	5/01/2019	5/02/2019	31	33010	187	106.86
2	CAIDA VERTICAL	175	C	10/01/2019	5/02/2019	26	32520	184	105.14
3	CANAL	175	E	15/01/2019	5/02/2019	21	30790	174	99.43
4	CAIDA VERTICAL	175	D	26/01/2019	5/02/2019	10	27200	154	88.00
5	CANAL	175	C	28/01/2019	5/02/2019	8	27010	153	87.43

OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



CONSORCIO CINCO ESQUINAS
Prudencia
DM N° 31771668
REPRESENTANTE COMÚN



FRAYLUS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47288
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica

Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

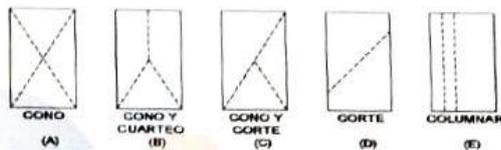


ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO
ASTM C39/C39-M

Hoja 1 de 1

OBRA: MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO DE YESO-MUTQO EN EL DISTRITO DE ALJA. PROVINCIA DE ALJA-ANCASH- I ETAPA

SOLICITANTE: CONSORCIO CINCO ESQUINAS
LUGAR: ALJA-ALJA-ANCASH
FECHA: 9/01/2019
DOSIFICACION:
En Peso: --
En Volumen: --
fc de Diseño: 175



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm²
Diámetro: 15.0 cm

N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm ²	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm ²)	%
				Moldeo	Rotura				
1	CANAL	175	D	7/12/2018	4/01/2019	28	36180	205	117.14
2	CANAL	175	D	10/12/2018	7/01/2019	28	35510	201	114.86
3	CANAL	175	D	12/12/2018	9/01/2019	28	35990	204	116.57

OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



CONSORCIO CINCO ESQUINAS
[Signature]
Prudencio Felix Camones
DN N° 31771886
REPRESENTANTE COMÚN



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe





GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Laboratorio en Ingeniería Civil
Laboratorio en Ingeniería Geotécnica

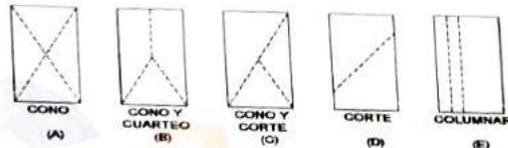
INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 1031629552 RNP: C7390* S0386686

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO
ASTM C39/C39-M

Hoja 1 de 1

OBRA: MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO YESO MUTQO, DISTRITO DE AJA, PROVINCIA DE AJA - ANCASH

SOLICITANTE: CONSORCIO CINCO ESQUINAS
LUGAR: AJA-AJA-ANCASH
FECHA: 1/01/2019
DOSIFICACION:
En Peso: --
En Volumen: --
Fc de Diseño: 175



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm
Diámetro: 15.0 cm

176.7 cm²

N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm ²	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm ²)	%
				Moldeo	Rotura				
1	CANAL	175	D	29/11/2018	27/12/2018	28	32600	184	105.14
2	CANAL	175	C	29/11/2018	27/12/2018	28	32900	186	106.28
3	CANAL	175	C	1/12/2018	29/12/2018	28	32450	184	105.1
4	CANAL	175	D	1/12/2018	29/12/2018	28	32800	186	106.2
5	CANAL	175	E	4/12/2018	1/01/2019	28	32460	184	105.
6	CANAL	175	D	4/12/2018	1/01/2019	28	33000	187	106.

OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado en máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



CONSORCIO CINCO ESQUINAS
Frustrado
Dr. N° 31771668
REPRESENTANTE COMÚN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT
JOHN FRAYDIN BARRETO PALM
INGENIERO CIVIL
Reg. Lic. N° 47285
Maestría en Ingeniería
Estructuras y Geotécnica



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

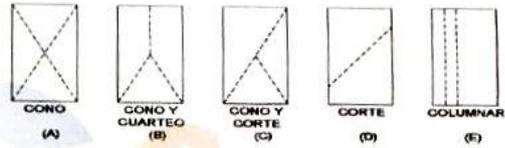




ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO
ASTM C39/C39-M

OBRA: MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO DE YESO-MUTGO EN EL DISTRITO DE AJIA, PROVINCIA DE AJIA-ANCASH- I ETAPA

SOLICITANTE: CONSORCIO CINCO ESQUINAS
LUGAR: AJIA-AJIA-ANCASH
FECHA: 14/01/2019
DOSIFICACION:
En Peso: --
En Volumen: --
fc de Diseño: 175



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm
Diámetro: 15.0 cm
176.7 cm²

N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm ²	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm ²)	% fc/fcd
				Moldeo	Rotura				
1	CANAL	175	D	17/12/2018	14/01/2019	28	35240	199	113.71

OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.

CONSORCIO CINCO ESQUINAS

Ami Paul
Prudencia Telustino Felix Camones
DNI N° 31771696
REPRESENTANTE COMÚN



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Anexo D. Velocidad del flujo de agua en la sección del canal.

Figura D1

Datos de los Parámetros del canal Yeso del Expediente Técnico

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ALJA
PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL CANAL DE RIEGO DE YESO-MUTQO DEL DISTRITO DE ALJA - PROVINCIA DE ALJA - DEPARTAMENTO DE ANCASH" - 1 ETAPA

- ✓ Sencillez constructiva de manera que la construcción y operación del sistema esté al alcance del personal local; por ello se ha considerado la construcción de un canal de concreto.
- ✓ El diseño de la sección de canal se realizó con el criterio de máxima eficiencia como se presenta a continuación:

DISEÑO HIDRAULICO DE LA SECCION DEL CANAL TRAMO YESO

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar:	ALJA	Proyecto:	DEL CANAL YESO - MUTQO
Tramo:	YESO	Revestimiento:	CONCRETO

Datos:			
Caudal (Q):	0.025	m ³ /s	
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.014		
Pendiente (S):	0.02	m/m	

Resultados:					
Tirante (y):	0.0966	m	Ancho de solea (b):	0.1932	m
Perímetro (p):	0.3064	m	Área hidráulica (A):	0.0187	m ²
Radio hidráulico (R):	0.0483	m	Espesor de agua (T):	0.1932	m
Velocidad (v):	1.3397	m/s	Número de Froude (F):	1.3762	
Energía específica (E):	0.1881	m-Kg/Kg	Tipo de flujo:	Supercrítico	

 **Calculadora**

 **Limpiar Pantalla**

 **Imprimir**

 **Menú Principal**

Ingresar el tipo de material del canal 02:52 p.m. 05/10/2015

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Consejo Departamental Ancash - Huancayo

Magnífica Fier Argel
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 131759

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Consejo Departamental Ancash - Huancayo

Erick Liborio Coval Luna
 CONSULTOR EN OBRAS
 CIP N° 131779

Anexo E. Generación de temperaturas extremas (máximas y mínimas) de la estación de Aija.

Tabla E1.

Temperaturas Máximas de los Periodos Críticos de Riego del Año 2019

Día/Mes	May	Jun	Jul	Ago	Set
1	16.2	17.9	17.5	17.1	16.9
2	16.7	18.7	17.6	18.1	17.1
3	15.9	16.5	18.3	17.9	18.1
4	15.5	16.4	18.1	18.4	17.9
5	15.9	17.1	17.5	19	17.6
6	16.2	17.5	16.5	19.1	17.2
7	16.5	17.3	16.5	18.7	17.3
8	16.3	17.8	17.6	18.3	18.1
9	16.7	15.7	18.1	17.2	19
10	16.7	15.4	17.6	17.3	18.9
11	17	16.1	17.8	18.5	17
12	17.4	16.9	17.6	16.9	16.5
13	15.2	17.3	16.1	17.9	18.4
14	15.6	17.4	16.7	17.5	17.9
15	15.8	15	17.3	18	17.8
16	15.4	17.1	17.3	17.9	18.2
17	15.7	17	16.4	17.3	18.5
18	16.4	16.2	17.3	18	17
19	16.9	17.2	18	17.9	16.8
20	17.4	18.1	17.6	17.9	16.7
21	16.7	17.6	17.9	17.7	16
22	18.1	18.1	17	18	16.6
23	17	17.3	18.5	16.8	15.8
24	17.6	18.4	18	18	16.4
25	16.4	17	17.6	17.6	16.1
26	16.7	17.5	16.9	16.9	17.3
27	18	17.9	16.3	16.9	16.7
28	18.3	18	18.9	17.5	17.2
29	17.1	17.8	17.6	17.1	17.5
30	16.8	16.7	17.7	17.2	17.2
31	17.2		18.4	18	

Nota. En la tabla se muestran los registros de temperaturas máximas de los meses que se encuentran en los periodos críticos de riego del 2019, que fueron obtenidos del SENAMHI.

Tabla E2*Temperaturas Mínimas de los Periodos Críticos de Riego del Año 2019*

Día/Mes	May	Jun	Jul	Ago	Set
1	1.6	1.2	0.9	1.4	1.7
2	2.5	0.7	-0.2	1.6	1.6
3	3.4	0.6	-0.1	2.1	2.6
4	3.1	2.1	0.9	1.3	1.4
5	1.3	0.5	1.3	0.5	2.5
6	2.7	0.9	0.5	0.6	1.8
7	2.9	1.2	2.4	1.7	2.3
8	1.6	1.6	0.6	2.1	2.1
9	3.4	0.5	0.5	1.3	1.7
10	2.4	2.1	-0.1	2.3	2.6
11	1.9	2.3	-0.6	1.2	1.5
12	2.6	2.3	1.2	2.1	2
13	3.2	1.8	2	0.9	2.4
14	2.8	1.5	2	1.6	3
15	3.1	1.2	1.8	0.7	2.1
16	1.6	1.7	0.9	0.9	1.9
17	3	2.1	2.6	1.5	1.9
18	1.7	1.4	2.1	1.2	1.5
19	1.6	0.7	2.4	2.1	2.8
20	1.3	0.4	1.7	2.4	3.1
21	1.6	1.3	3.1	1.9	2.4
22	0.9	2	3.1	2.1	2.7
23	1.6	0.5	2.8	2	1.4
24	1.3	1.4	2	0.9	2.5
25	2.1	0.3	1.8	2.3	3.1
26	1.5	-0.2	2.7	1.4	1.9
27	1.9	0.5	1.9	1.6	1.8
28	2.1	1.7	2.4	1.2	1.5
29	2.4	1.4	2	1.5	1.4
30	1.5	1	1.7	0.9	1.8
31	1.9		1.7	1.5	

Nota. En la tabla se muestran los registros de temperaturas mínimas de los meses que se encuentran en los periodos críticos de riego del 2019, que fueron obtenidos del SENAMHI.

Tabla E3*Temperaturas Máximas de los Periodos Críticos de Riego del Año 2020*

Día/Mes	May	Jun	Jul	Ago	Set
1	S/D	S/D	S/D	S/D	19.4
2	S/D	S/D	S/D	S/D	18.7
3	S/D	S/D	S/D	S/D	18.1
4	S/D	S/D	S/D	S/D	18.3
5	S/D	S/D	S/D	S/D	18.6
6	S/D	S/D	S/D	S/D	19.8
7	S/D	S/D	S/D	S/D	19.6
8	S/D	S/D	S/D	S/D	18.7
9	S/D	S/D	S/D	S/D	20.3
10	S/D	S/D	S/D	S/D	18.6
11	S/D	S/D	S/D	S/D	20.7
12	S/D	S/D	S/D	S/D	20
13	S/D	S/D	S/D	S/D	17.5
14	S/D	S/D	S/D	S/D	19.4
15	S/D	S/D	S/D	S/D	18.3
16	S/D	S/D	S/D	S/D	19.7
17	S/D	S/D	S/D	19.7	21.3
18	S/D	S/D	S/D	20.1	19.8
19	S/D	S/D	S/D	18.5	18
20	S/D	S/D	S/D	18.5	18.9
21	S/D	S/D	S/D	17	18.9
22	S/D	S/D	S/D	19.5	20.6
23	S/D		S/D	19.7	16.4
24	S/D		S/D	20.1	19.5
25	S/D		S/D	19.8	17.1
26	S/D		S/D	19.3	17.6
27	S/D		S/D	18.9	18.1
28	S/D		S/D	20.1	19.4
29	S/D		S/D	17.8	18.1
30	S/D		S/D	18.1	17.5
31	S/D		S/D	18.9	

Nota. En la tabla se muestran los registros de temperaturas máximas de los meses que se encuentran en los periodos críticos de riego del 2020, que fueron obtenidos del SENAMHI.

Tabla E4*Temperaturas Mínimas de los Periodos Críticos de Riego del Año 2020*

Día/Mes	May	Jun	Jul	Ago	Set
1	S/D	S/D	S/D	S/D	1.4
2	S/D	S/D	S/D	S/D	0.4
3	S/D	S/D	S/D	S/D	0.1
4	S/D	S/D	S/D	S/D	0.3
5	S/D	S/D	S/D	S/D	1.8
6	S/D	S/D	S/D	S/D	0.1
7	S/D	S/D	S/D	S/D	0.7
8	S/D	S/D	S/D	S/D	1.6
9	S/D	S/D	S/D	S/D	1.7
10	S/D	S/D	S/D	S/D	2
11	S/D	S/D	S/D	S/D	0.6
12	S/D	S/D	S/D	S/D	1.3
13	S/D	S/D	S/D	S/D	1.3
14	S/D	S/D	S/D	S/D	0.9
15	S/D	S/D	S/D	S/D	1.3
16	S/D	S/D	S/D	S/D	0.5
17	S/D	S/D	S/D	1.2	0.2
18	S/D	S/D	S/D	2.3	0.6
19	S/D	S/D	S/D	2.3	1.3
20	S/D	S/D	S/D	3.7	1.9
21	S/D	S/D	S/D	3.8	0.8
22	S/D	S/D	S/D	1.4	0.6
23	S/D		S/D	2.4	2.1
24	S/D		S/D	0.8	1.7
25	S/D		S/D	1.2	0.7
26	S/D		S/D	0.7	1.9
27	S/D		S/D	0.4	0.4
28	S/D		S/D	1.3	0.3
29	S/D		S/D	0.3	1.7
30	S/D		S/D	0.5	2.1
31	S/D		S/D	2.9	

Nota. En la tabla se muestran los registros de temperaturas mínimas de los meses que se encuentran en los periodos críticos de riego del 2020, que fueron obtenidos del SENAMHI.

Tabla E5*Temperaturas Máximas de los Periodos Críticos de Riego del Año 2021*

Día/Mes	May	Jun	Jul	Ago	Set
1	16.8	17.6	16.8	19.1	17.8
2	15.9	18.3	17.6	18	16.5
3	15.6	18.4	18.3	18.4	17.3
4	15.3	16.1	18.7	18.3	17.9
5	15	17.5	18.1	18.5	18.2
6	14.8	18	18.5	19.4	16.2
7	15	18.7	18.2	18.3	18.1
8	14.9	17.2	18.9	17.9	15.7
9	17.1	18	17.1	18.5	15.6
10	15.7	18.9	18	19.1	16.5
11	18	18.4	16.5	17.2	15.4
12	17.4	18.7	16	19.1	18.2
13	16	19.1	16.3	18.1	18.4
14	16.8	18.7	17	18.8	15.1
15	18.1	17.6	18.1	18.4	17.8
16	18.2	18.5	18.4	18	16
17	17.2	16.8	17.4	17.2	15.6
18	15.9	16.1	15.7	18.9	17.8
19	18	15.8	16.5	19	18.7
20	17.6	15.1	17	19.1	18
21	17.2	17.5	17.8	18.1	16.1
22	16.8	16.5	17.1	18.5	16.1
23	16.1	17.1	18	17.1	16.5
24	17.5	17.8	19	18.1	18.5
25	16.5	18.6	18	17.6	17.6
26	18.2	18.2	17.6	18.4	18.3
27	17.8	18.6	18.5	18.5	18.2
28	18.1	18.3	18.7	17.5	18.5
29	17.5	16	17.7	15.2	16.2
30	17.2	16.1	17.2	15.8	15.8
31	17		18.5	15.7	

Nota. En la tabla se muestran los registros de temperaturas máximas de los meses que se encuentran en los periodos críticos de riego del 2021, que fueron obtenidos del SENAMHI.

Tabla E6*Temperaturas Mínimas de los Periodos Críticos de Riego del Año 2021*

Día/Mes	May	Jun	Jul	Ago	Set
1	1.9	1.2	2.1	2.4	1.5
2	1.2	0.9	1.4	1.7	2
3	1.9	0.5	1	0.9	1.8
4	1.4	0.2	0.4	1.2	2.3
5	1	0.6	0.1	1.4	2.1
6	1.3	0.9	-0.2	1.6	1.6
7	0.9	1.2	0.5	0.7	1.4
8	0.5	1.9	0.9	1.3	2
9	1.4	1.3	0.1	1.7	3.7
10	1.2	0.8	0.8	0.9	3.4
11	0.9	0.4	2.3	1.4	2
12	1.3	1.3	2.6	0.7	1.6
13	2.6	1	1.7	1.3	1.5
14	1.9	2.6	1.3	0.6	2.5
15	1.4	2.2	0.9	1.5	3.4
16	0.8	2.8	1.6	1.8	3.5
17	0.2	2.1	0.7	1.3	2.8
18	1.9	1.5	1.8	1.8	1.5
19	2.7	1	0.5	1.8	1.7
20	1.4	1.7	0.4	2.4	1.4
21	1.2	1.3	1.4	0.6	3.1
22	1.9	0.8	1.6	1.9	3.2
23	1.3	1.3	1.4	1.2	2.3
24	0.9	1	1.7	2.6	1.8
25	2.1	1.8	0.9	2.1	1.8
26	1.5	0.2	2.1	1.5	1.3
27	1.2	0.7	0.6	1.7	2
28	0.7	0.3	1.7	2.7	2.1
29	1.4	2.1	1.6	2.9	1.3
30	2.4	3	2.1	3.6	2.8
31	2		1.7	2.8	

Nota. En la tabla se muestran los registros de temperaturas mínimas de los meses que se encuentran en los periodos críticos de riego del 2021, que fueron obtenidos del SENAMHI.

Tabla E7*Temperaturas Máximas de los Periodos Críticos de Riego del Año 2022*

Día/Mes	May	Jun	Jul	Ago	Set
1	16	19.3	20	19	18.8
2	19.1	18.5	19.6	19.2	19.3
3	20.3	18.5	19.2	20.2	18.9
4	19.2	16.1	18.7	18.4	19.5
5	19.1	15.2	19.1	17	19.4
6	19.3	17.5	18.7	16.4	17.6
7	18.7	18.3	18.2	16.5	19
8	18.3	18.5	18	16.1	19.4
9	19.6	18.7	18.8	18.2	20.2
10	18.8	19.1	17.6	16.3	17
11	18.7	19.5	18	16.1	17.2
12	16.1	19.1	16.5	18.7	18.5
13	15.8	18.8	19	17.6	17.8
14	18.3	19.7	18.7	19.1	16.2
15	16.7	18.4	19.2	18.2	16.7
16	17.1	18.5	18.5	18.1	16
17	16.5	19	19.1	19.6	16.2
18	16.1	18.6	16.7	19.5	17
19	15	17.6	19	19.3	16.5
20	18.8	18.1	19.4	18.7	16.5
21	17.3	18.4	18.1	20.1	15.6
22	17	19.1	19.1	19.5	16.1
23	18.5	19.5	18.3	18.8	16.6
24	17.6	16.8	18.4	20.2	15.5
25	19.2	15.9	17.2	20	18.6
26	16	16.2	17	19.6	15.4
27	15.6	17.2	18.3	19.2	16.8
28	16.7	19.4	18.2	16.3	16.4
29	17.3	17.9	18.5	18.7	16.7
30	18.2	20.4	18.7	17.4	16
31	16.6		19.2	19.1	

Nota. En la tabla se muestran los registros de temperaturas máximas de los meses que se encuentran en los periodos críticos de riego del 2022, que fueron obtenidos del SENAMHI.

Tabla E8*Temperaturas Mínimas de los Periodos Críticos de Riego del Año 2022*

Día/Mes	May	Jun	Jul	Ago	Set
1	2.1	2.3	0.6	1.3	0.8
2	0.6	1.4	0.5	1.7	1.3
3	0.5	1.9	0.1	0.1	0.6
4	0.2	2.1	1.2	0.5	0.5
5	1.7	1.8	0.3	0.7	0.1
6	2	1.6	0.9	0.8	0.4
7	0.1	0.9	0.5	2	0.2
8	1.4	0.7	1.3	0.4	-0.5
9	0.7	0.5	0.1	0.8	0.1
10	0.7	0.3	1.7	2.1	0.5
11	1.8	1.6	1.6	0.4	0.1
12	3.1	0.2	0.2	0.7	2.4
13	2.7	0.2	2	0.4	2
14	2.3	-0.6	0.1	0.5	-0.9
15	2.9	0.3	0.5	1.2	2.3
16	1.3	0.2	0.1	1.6	0.7
17	0.2	-0.6	0.4	0.9	0.5
18	2.1	0.1	2.4	0.2	1.5
19	1.7	1.5	1.9	0.6	0.3
20	1.6	0.3	0.6	0.1	0.2
21	0.1	0.5	0.1	0.4	2.1
22	0.6	0.7	0.4	0.1	1.6
23	1.4	2.5	1.3	0.3	0.3
24	0.8	2.1	1.4	-0.9	3.1
25	0.1	3.4	2.1	-0.7	0.3
26	1.5	1.8	1.4	0.2	1.3
27	2.1	0.1	0.1	0.7	1.5
28	0.4	-0.4	0.2	0.7	1.2
29	1.3	1	0.5	1.2	0.4
30	1.2	0.7	1.4	0.3	2.5

Nota. En la tabla se muestran los registros de temperaturas mínimas de los meses que se encuentran en los periodos críticos de riego del 2022, que fueron obtenidos del SENAMHI.

Tabla E9*Temperaturas Máximas del Mes de Agosto de los Cuatro Años.*

Temperaturas máximas del mes de agosto																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2019	17.1	18.1	17.9	18.4	19	19.1	18.7	18.3	17.2	17.3	18.5	16.9	17.9	17.5	18	17.9	17.3	18	17.9	17.9	17.7	18	16.8	18	17.6	16.9	16.9	17.5	17.1	17.2	18
2020																	19.7	20.1	18.5	18.5	17	19.5	19.7	20.1	19.8	19.3	18.9	20.1	17.8	18.1	18.9
2021	19.1	18	18.4	18.3	18.5	19.4	18.3	17.9	18.5	19.1	17.2	19.1	18.1	18.8	18.4	18	17.2	18.9	19	19.1	18.1	18.5	17.1	18.1	17.6	18.4	18.5	17.5	15.2	15.8	15.7
2022	19	19.2	20.2	18.4	17	16.4	16.5	16.1	18.2	16.3	16.1	18.7	17.6	19.1	18.2	18.1	19.6	19.5	19.3	18.7	20.1	19.5	18.8	20.2	20	19.6	19.2	16.3	18.7	17.4	19.1
Promedio	18.4	18.4	18.8	18.4	18.2	18.3	17.8	17.4	18.0	17.6	17.3	18.2	17.9	18.5	18.2	18.0	18.5	19.1	18.7	18.6	18.2	18.9	18.1	19.1	18.8	18.6	18.4	17.9	17.2	17.1	17.9

Nota. En la tabla se muestran los datos completos de las temperaturas máximas del año 2020 del mes de agosto, completado con promedios de los datos del mes de agosto de los años 2019, 2021 y 2022

Tabla E10*Temperaturas Mínimas del Mes Agosto de los Cuatro Años.*

Temperaturas mínimas del mes de agosto																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2019	1.4	1.6	2.1	1.3	0.5	0.6	1.7	2.1	1.3	2.3	1.2	2.1	0.9	1.6	0.7	0.9	1.5	1.2	2.1	2.4	1.9	2.1	2	0.9	2.3	1.4	1.6	1.2	1.5	0.9	1.5
2020																	1.2	2.3	2.3	3.7	3.8	1.4	2.4	0.8	1.2	0.7	0.4	1.3	0.3	0.5	2.9
2021	2.4	1.7	0.9	1.2	1.4	1.6	0.7	1.3	1.7	0.9	1.4	0.7	1.3	0.6	1.5	1.8	1.3	1.8	1.8	2.4	0.6	1.9	1.2	2.6	2.1	1.5	1.7	2.7	2.9	3.6	2.8
2022	1.3	1.7	0.1	0.5	0.7	0.8	2	0.4	0.8	2.1	0.4	0.7	0.4	0.5	1.2	1.6	0.9	0.2	0.6	0.1	0.4	0.1	0.3	0.9	-0.7	0.2	0.7	0.7	1.2	0.3	1.2
Promedio	1.7	1.7	1	1	0.9	1	1.5	1.3	1.3	1.8	1	1.2	0.9	0.9	1.1	1.4	1.2	1.4	1.7	2.2	1.7	1.4	1.5	0.9	1.2	1	1.1	1.5	1.5	1.3	2.1

Nota. En la tabla se muestran los datos completos de las temperaturas máximas del año 2020 del mes de agosto, completado con promedios de los datos del mes de agosto de los años 2019, 2021 y 2022



Tabla E11*Temperaturas Máximas en el Periodo Crítico de Riego.*

Año/Mes	Temperatura máxima				
	May	Jun	Jul	Ago	Set
2019	18.3	18.7	18.9	19.1	19.0
2020	18.9	19.4	19.3	20.1	21.3
2021	18.2	19.1	19.0	19.4	18.7
2022	20.3	20.4	20.0	20.2	20.2
Tmax	20.3	20.4	20.0	20.2	21.3

Nota. En la tabla se muestran los datos de las temperaturas máximas de los años 2019, 2020, 2021 y 2022

Tabla E12*Temperaturas Mínimas en el Periodo Crítico de Riego.*

Año/Mes	Temperatura mínima				
	May	Jun	Jul	Ago	Set
2019	0.9	-0.2	-0.6	0.5	1.4
2020	0.4	-0.2	-0.2	0.3	0.1
2021	0.2	0.2	-0.2	0.6	1.3
2022	0.1	-0.6	0.1	-0.9	-0.9
Tmin	0.1	-0.6	-0.6	-0.9	-0.9

Nota. En la tabla se muestran los datos de las temperaturas mínimas de los años 2019, 2020, 2021 y 2022