

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Evaluación de canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 con
propuesta de mejora, distrito de Buenavista, Casma 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autores:

Bachiller Ramos Champa, Percy Daniel

Bachiller Ramos Trujillo, Jhon Antony

Asesor:

Dr. Ing. López Carranza, Atilio Rubén

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Evaluación de canal de riego Taro Chico progresiva 0+000 – 2+000 con
propuesta de mejora, distrito de Buenavista, Casma 2022**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

REVISADO APROBADO POR:



Dr. Ing. LÓPEZ CARRANZA, Atilio Rubén

COD. ORCID. 0000-0002-3631-2001

(Asesor)

DNI: 32965940

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación de canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 con
propuesta de mejora, distrito de Buenavista, Casma 2022”**

**INFORME FINAL DE TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:



Ms. Sparrow Alamo, Edgar Gustavo
Presidente
COD. ORCID. 0000-0003-4469-0288
DNI: 32904375



Ms. Villavicencio Gonzáles, Felipe Eleuterio
Secretario
COD. ORCID. 0000-0002-4597-2685
DNI: 26673663



Dr. López Carranza, Atilio Rubén
Integrante
COD. ORCID. 0000-0002-3631-2001
DNI: 32965940

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

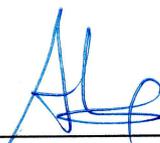
A los 02 días del mes de octubre del año dos mil veinticinco, siendo las 12:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 381-2025-UNS-CFI, con fecha 18.07.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Presidente), Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Secretario), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Integrante), Ms. Javier Tomás Vásquez (Accesitario), en base a la Resolución Decanal N° 678-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENA VISTA, CASMA 2022", presentado por los Bachilleres RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL con cód. N° 0201613011 y RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY con cód. N° 0201513055, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Atilio Rubén López Carranza según lo establece la T. Resolución Decanal N° 352-2022-UNS-FI, de fecha 21.06.2022.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL	16	REGULAR

Siendo las 13:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 02 de octubre de 2025.



Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Presidente



Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Secretario



Dr. Atilio Rubén López Carranza
Integrante



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 02 días del mes de octubre del año dos mil veinticinco, siendo las 12:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 381-2025-UNS-CFI, con fecha 18.07.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Presidente), Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Secretario), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Integrante), Ms. Javier Tomás Vásquez (Accesitario), en base a la Resolución Decanal N° 678-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENA VISTA, CASMA 2022"**, presentado por los Bachilleres **RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL** con cód. N° 0201613011 y **RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY** con cód. N° 0201513055, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Atilio Rubén López Carranza según lo establece la T. Resolución Decanal N° 352-2022-UNS-FI, de fecha 21.06.2022.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	16	RECALOR

Siendo las 13:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 02 de octubre de 2025.

Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Presidente

Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Secretario

Dr. Atilio Rubén López Carranza
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: JHON A. RAMOS TRUJILLO Y PERCY D. RAMOS CHAMPA
Título del ejercicio: TESIS
Título de la entrega: CANAL TARAO CHICO
Nombre del archivo: TESIS_-_EVALUACIÓN_CANAL_TARAO_CHICO_REVISION_8_TUR...
Tamaño del archivo: 5.69M
Total páginas: 118
Total de palabras: 26,442
Total de caracteres: 145,268
Fecha de entrega: 11-oct-2025 01:07p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2777970413

**UNSA**
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.P. de Ingeniería Civil

DEDICATORIA

Valoro extraordinariamente a Dios por concederme alcanzar esta fase tan relevante en mi vida. He aprendido a apreciar tanto los éxitos como los obstáculos, ya que cada uno ha aportado a mi desarrollo personal. Además, estoy profundamente agradecido por la fuerza espiritual que me ha brindado para enfrentar los retos y continuar progresando con la resolución.

A mi madre, quien es la persona más admirable que conozco: su dedicación y tenacidad se manifiestan en cada una de sus acciones, transformándola en un modelo a seguir. Le agradezco de verdad el apoyo incondicional que me ha proporcionado en cada proyecto, además del amor y la dedicación que siempre han sido un manantial de inspiración para mí. Su compañía otorga un valor aún más único a cada objetivo que logré.

Asimismo, quiero manifestar mi más profundo agradecimiento a mi padre, quien es la persona más admirable que conozco: su constante respaldo y presencia en las situaciones más difíciles. Su fortaleza, sus recomendaciones y sus palabras de aliento han sido el estímulo que me ha impulsado a continuar con seguridad y resolución. Gracias a él, logré superar dificultades y seguir mi camino de crecimiento personal con más confianza.

Bachiller Ramos Champa, Percy Daniel

Bachiller Ramos Champa, Percy Daniel

iii

Bachiller Ramos Trujillo, Jhon Antony Ramirez

CANAL TARAO CHICO

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	14%	2%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	3%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.uladech.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1%
	Trabajo del estudiante	
5	repositorio.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unp.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	qdoc.tips	<1%
	Fuente de Internet	
8	www.coursehero.com	<1%
	Fuente de Internet	
9	repositorio.upla.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
10	transparencia.mtc.gob.pe	<1%
	Fuente de Internet	
11	repositorio.continental.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
12	repositorio.unesum.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	

DEDICATORIA

Valoro extraordinariamente a Dios por concederme alcanzar esta fase tan relevante en mi vida. He aprendido a apreciar tanto los éxitos como los obstáculos, ya que cada uno ha aportado a mi desarrollo personal. Además, estoy profundamente agradecido por la fuerza espiritual que me ha brindado para enfrentar los retos y continuar progresando con la resolución.

A mi madre, quien es la persona más admirable que conozco: su dedicación y tenacidad se manifiestan en cada una de sus acciones, transformándola en un modelo a seguir. Le agradezco de verdad el apoyo incondicional que me ha proporcionado en cada proyecto, además del amor y la dedicación que siempre han sido un manantial de inspiración para mí. Su compañía otorga un valor aún más único a cada objetivo que logré.

Asimismo, quiero manifestar mi más profundo agradecimiento a mi padre, quien es la persona más admirable que conozco: su constante respaldo y presencia en las situaciones más difíciles. Su fortaleza, sus recomendaciones y sus palabras de aliento han sido el estímulo que me ha impulsado a continuar con seguridad y resolución. Gracias a él, logró superar dificultades y seguir mi camino de crecimiento personal con más confianza .

Bachiller Ramos Champa, Percy Daniel

DEDICATORIA

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por darme la valentía y el apoyo que necesitaba para terminar mis estudios universitarios. Su luz siempre ha sido mi guía en cada etapa de este camino, ayudándome a tener claridad y determinación para alcanzar mis metas con un sentido de propósito y relevancia.

Agradezco profundamente a mis padres, quienes han sido el mayor respaldo en mi vida. A mi madre, por su amor incondicional, fortaleza y constante aliento que me han acompañado en cada etapa de este camino. A mi padre, por su ejemplo de esfuerzo y por estar siempre presente con su apoyo silencioso pero firme. Este logro no habría sido posible sin ustedes. Gracias por ser mi mayor inspiración.

Queridos hermanos, quiero agradecerles de corazón por todo el cariño que siempre me han brindado y por ser ese apoyo fundamental en mi vida. Su respaldo ha sido clave en este camino que he recorrido, especialmente al alcanzar este objetivo tan importante en mi vida. De verdad, sus palabras de aliento y motivación han marcado la diferencia, convirtiendo cada desafío en una oportunidad y cada logro en algo que celebramos juntos.

Bachiller Ramos Trujillo, Jhon Antony

Índice general

DEDICATORIA	iii
Índice general.....	v
Índice de tablas	ix
Índice de figuras.....	xi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xvi
Capítulo I: INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Descripción del problema	18
1.2. Formulación Del Problema.....	20
1.2.1. Problema General.....	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Objetivos	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivos Específicos.....	20
1.4. Formulación De La Hipótesis	21
1.5. Justificación e importancia	21
1.5.1. Justificación Social:	21
1.5.2. Justificación Económica :	21
1.5.3. Justificación Académica :	21
1.5.4. Importancia :	22
Capítulo II: MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes de la investigación.....	24
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	24
2.1.2. Antecedentes Nacionales	26

2.2.	Marco Referencial.....	29
2.2.1.	Ubicación política	29
2.2.2.	Ubicación Geográfica	30
2.2.3.	Ubicación Hidrográfica.....	30
2.2.4.	Límites Geográficos.....	31
2.2.5.	Descripción Actual.....	32
2.2.6.	Descripción Climática.....	34
2.2.7.	Descripción Topográfica.....	35
2.2.8.	Descripción Económica	35
2.2.9.	Vías de Acceso.....	35
2.3.	Base Teórica.....	36
2.3.1.	Canales Hidráulicos	36
2.3.2.	Secciones Transversales de Canales	38
2.3.3.	Elementos Geométricos del Canal	42
2.3.4.	Flujos en Canales Abiertos	46
2.3.5.	Estados de Flujo en Canales Abiertos.....	49
2.3.6.	Levantamiento Topográfico.....	50
2.3.7.	Estudio de Mecánica de Suelos.....	52
2.3.8.	Evaluación del canal de riego Tarao Chico	68
2.3.9.	Propuesta de mejora	74
2.3.10.	Términos Metodológicos	77
2.4.	Definición de Términos	79
2.4.1.	Canal	79
2.4.2.	Hidráulica.....	79
2.4.3.	pH.....	79

2.4.4. Ecuación de Continuidad	79
2.4.5. Pendiente.....	79
2.4.6. Cuenca.....	79
2.4.7. ANA (Autoridad Nacional del Agua)	80
2.4.8. Pérdidas por Infiltración	80
2.4.9. Recurso Hídrico	80
2.4.10. Ciclo Hidrológico.....	80
2.4.11. Concreto	80
2.4.12. Calicata.....	80
2.5. Marco Normativo.....	81
Capítulo III: METODOLOGÍA	84
3.1. Enfoque de la investigación.....	84
3.2. Método de la investigación	84
3.3. Diseño de la investigación	85
3.3.1. Población.....	86
3.3.2. Muestra	86
3.4. Operacionalización o categorización de las variables de estudio	87
3.4.1. Variable Independiente	87
3.4.2. Variable dependiente	87
3.4.3. Definición Conceptual	87
3.4.4. Definición Operacional.....	87
3.4.5. Dimensiones.....	88
3.5. Técnica e Instrumentos de recolección de datos.....	90
3.6. Técnicas de análisis de resultados.....	90
Capítulo IV: RESULTADOS	92

4.1	Análisis e interpretación de resultados	92
4.1.1	Evaluar la estructura existente del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.	92
4.1.2	Determinar la calidad del concreto y características hidráulicas del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.	96
4.1.3	Proponer un nuevo diseño del canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buenavista.	99
4.2	Discusión.....	101
Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		111
5.1	Conclusiones	111
5.2	Recomendaciones	113
Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		115
Capítulo VII: ANEXOS.....		121
Anexo 01 – Matriz de consistencia.....		122
Anexo 02 – Matriz de operacionalización de variables.....		123
Anexo 03 – Muestra de Calicatas Realizadas		125
Anexo 04 – Perfil Estratigráfico		127
Anexo 05 – Análisis Granulométrico		130
Anexo 06 – Diseño del canal de riego		139
Anexo 07 – Diseño del puente tipo cajón		142
Anexo 08 – Panel fotográfico		162
Capítulo VIII: PLANOS		174

Índice de tablas

Tabla 1. Ancho de solera en función del caudal	43
Tabla 2. Pendiente admisible en función del tipo de suelo	45
Tabla 3. Taludes apropiados para distintos tipos de material	45
Tabla 4. Taludes recomendados en función del material.....	46
Tabla 5. Estado de flujo en función del número de Reynolds	50
Tabla 6. Estado de flujo en función del número de Froude	50
Tabla 7. Clasificación de suelos según tamaño de partículas	53
Tabla 8. Clasificación de suelos según tamaño de partículas	53
Tabla 9. Tamices de malla cuadrada alternativos	54
Tabla 10. Sistema de clasificación de suelos AASHTO.....	65
Tabla 11. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS	66
Tabla 12. Patologías del concreto	71
Tabla 13. Integridad física de la estructura existente del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	92
Tabla 14. Tipos de daños en la estructura existente del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	93
Tabla 15. Evaluación de las estructuras auxiliares del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	94
Tabla 16. Presencia de vegetación en la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	95
Tabla 17. Calidad del concreto en la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	96
Tabla 18. Características hidráulicas y geométricas del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	97

Tabla 19. Parámetros de Diseño Propuestos para la Mejora del Canal de Riego Tarao Chico en
la Progresiva 0+000 – 2+000 99

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación política del Centro Poblado “TARAO CHICO”	29
Figura 2. Ubicación geográfica del Centro Poblado “TARAO CHICO”	30
Figura 3. Cuenca y Subcuencas de Casma.....	31
Figura 4. Límites geográficos del Centro Poblado “TARAO CHICO”	32
Figura 5. Secciones transversales abiertas más frecuentes	41
Figura 6. Secciones transversales cerradas	42
Figura 7. Elementos geométricos del canal	43
Figura 8. Flujo uniforme permanente	47
Figura 9. Flujo uniforme no permanente	48
Figura 10. Flujo uniforme	48
Figura 11. Flujo variado.....	49
Figura 12. Plano planimétrico.....	51
Figura 13. Plano altimétrico.....	51
Figura 14. Plano planimétrico - altimétrico	52
Figura 15. Curva de distribución de tamaño de partícula: análisis de tamiz e hidrómetro ...	55
Figura 16. Representación gráfica de D10, D30 y D60	57
Figura 17. Diferentes tipos de curva de distribución de tamaño de grano de partícula	58
Figura 18. Límites de Attemberg	59
Figura 19. Dispositivo de límite líquido y herramienta de ranurado	60
Figura 20. Porción de suelo antes y después de la prueba	61
Figura 21. Curva de flujo para determinación del límite líquido.....	62
Figura 22. Prueba de límite plástico	63
Figura 23. Gráfica de plasticidad	68
Figura 24. Sección del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	97

Figura 25. Diseño del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 con el programa “H Canales”	100
Figura 26. Propiedades geométricas de una sección transversal de un canal	140
Figura 27. Canal de captación previo al canal Tarao Chico (0+000)	162
Figura 28. Canal rectangular existente antes del inicio del proyecto Tarao Chico.....	162
Figura 29. Canal natural existente antes del inicio del proyecto Tarao Chico	163
Figura 30. Deterioro del concreto en la estructura existente del Canal Tarao Chico en la progresiva 0+200 m..	163
Figura 31. Deterioro del concreto en la estructura del Canal Tarao Chico en la progresiva 0+350 m.	164
Figura 32. Deterioro del concreto en la estructura del Canal Tarao Chico en la progresiva 0+800 m.	164
Figura 33. Profundidad del agua en canal Tarao Chico en la progresiva 0+650 m.....	165
Figura 34. Sección del canal Tarao Chico con acumulación de sedimentos y residuos entre la progresiva 0+000 – 2+000	165
Figura 35. Sección del canal Tarao Chico con presencia de eflorescencia y acumulación de sedimentos entre la progresiva 0+000 – 2+000	166
Figura 36. Sección del canal Tarao Chico con daños en la estructura y obstrucciones en el flujo entre la progresiva 0+000 – 2+000	166
Figura 37. Inspección técnica del canal Tarao Chico con dispositivo de medición de calidad del concreto en la progresiva 0+450 m.	167
Figura 38. Registro de datos durante la inspección de la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 0+550 m.	167
Figura 39. Registro de datos durante la inspección de la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 1+250 m.	167

Figura 40. Registro de datos durante la inspección de la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 1+850 m.	167
Figura 41. Inspección técnica del caudal de fluido con la supervisión del asesor respectivo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	168
Figura 42. Inspección técnica del estado de las compuertas con la supervisión del asesor respectivo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000.....	169
Figura 43. Inspección técnica del estado del canal con la supervisión del asesor respectivo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000.	170
Figura 44. Calicata N° 01 (C-1) a una profundidad de 1.5m para obtención de muestras del terreno del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	170
Figura 45. Calicata N° 02 (C-2) a una profundidad de 1.5m para obtención de muestras del terreno del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	171
Figura 46. Calicata N° 03 (C-3) a una profundidad de 1.5m para obtención de muestras del terreno del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	171
Figura 47. Analisis granulometrico de las muestras obtenidas en campo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	172
Figura 48. Ensayo de copa Casagrande para determinación del límite líquido y límite plástico de las muestras obtenidas en campo	172
Figura 49. Tamizado de las muestras obtenidas en campo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	173
Figura 50. Determinación del contenido de humedad natural del suelo de las muestras obtenidas en campo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000	173

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Radio hidráulico de canal	44
Ecuación 2. Pendiente de canal.....	44
Ecuación 3. Talud de canal	45
Ecuación 4. Bordo libre del canal.....	46
Ecuación 5. Número de Reynolds.....	49
Ecuación 6. Número de Froude.....	50
Ecuación 7. Porcentaje retenido	54
Ecuación 8. Porcentaje que pasa	54
Ecuación 9. Coeficiente de uniformidad	56
Ecuación 10. Coeficiente de gradación	57
Ecuación 11. Límite plástico	63
Ecuación 12. Índice de plasticidad	63
Ecuación 13. Contenido de humedad	64

RESUMEN

La finalidad de este estudio fue evaluar el canal de riego Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 y proponer mejoras en el distrito de Buenavista, Casma, 2022. Se realizó un estudio de enfoque mixto, de nivel descriptivo, con un diseño no experimental-transversal. Para ello, se evaluó la estructura existente del canal, se determinó la calidad del concreto y sus características hidráulicas, y finalmente, se propuso un nuevo diseño. Se observó un fuerte deterioro en los primeros 1.000 metros, marcado por erosión y descascamiento severo. A partir de la progresiva 1+000, los daños fueron menores, aunque con fisuras y grietas que requirieron atención moderada a severa. También se encontró vegetación que obstaculizaba el flujo y daños en las juntas, lo que afectaba la durabilidad y reducía la capacidad de conducción del agua. Se verificó que la resistencia media del concreto era de 111,25 kg/cm², inferior a los 210 kg/cm² solicitado, poniendo en riesgo la solidez de la estructura. Se detectaron cambios en la profundidad y el flujo a través del canal, mientras que la velocidad del flujo mostró variaciones debido a la forma irregular y el deterioro. Se proyectó una sección rectangular con parámetros optimizados, tales como un flujo de 1,49 m³/s y una inclinación de 0,005 m/m, conservando una velocidad media de 2,27 m/s. Se concluyó que el canal presentaba un alto grado de deterioro en su tramo inicial y que el concreto no cumplía con la resistencia necesaria, lo que reducía su eficiencia en el transporte de agua. Mediante un diseño optimizado (sección, pendiente y velocidad de flujo), se propusieron soluciones que prolongaron la vida útil del canal y garantizaron un suministro de agua más estable.

Palabras claves: Canal de riego, Características hidráulicas, Propuesta de mejora.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the Tarao Chico irrigation canal in the 0+000 – 2+000 progressive and propose improvements in the Buenavista district, Casma, 2022. A mixed-approach study was carried out, at a descriptive level, with a non-experimental-cross-sectional design. To do so, the existing structure of the canal was evaluated, the quality of the concrete and its hydraulic characteristics were determined, and finally, a new design was proposed. A strong deterioration was observed in the first 1,000 meters, marked by erosion and severe scaling. From progressive 1+000 onwards, the damage was minor, although with fissures and cracks that required moderate to severe attention. Vegetation that hindered the flow and damage to the joints were also found, which affected the durability and reduced the water conduction capacity. The average concrete strength was found to be 111.25 kg/cm², below the required 210 kg/cm², compromising structural strength. Variations in depth and flow rate were identified along the channel, while the flow rate fluctuated due to the irregular shape and wear. A rectangular section was designed with improved parameters, including a flow rate of 1.49 m³/s and a slope of 0.005 m/m, maintaining an average speed of 2.27 m/s. It was concluded that the channel showed a high degree of deterioration in its initial section and that the concrete did not meet the necessary strength, which reduced its efficiency in transporting water. Through an optimized design (section, slope and flow rate), solutions were proposed that extended the useful life of the channel and guaranteed a more stable water supply.

Keywords: Irrigation channel, Hydraulic characteristics, Improvement proposal.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

A nivel mundial, contar con una infraestructura de riego adecuada es clave para asegurar la seguridad alimentaria y lidiar con los retos que demanda el cambio climático. La FAO (2021) destaca lo importante que es que los sistemas agroalimentarios sean resilientes, para poder mantener la producción de alimentos, sobre todo en tiempos de crisis económicas y ambientales. Si la infraestructura de riego no es la adecuada, se pueden perder grandes volúmenes de agua, lo que impacta directamente en la productividad agrícola en todo el mundo. En Perú, la falta de infraestructura de riego es un problema grave. Alrededor del 64% de las tierras agrícolas no cuenta con un sistema adecuado, lo que obliga a los agricultores a depender únicamente de las lluvias. Esto, por supuesto, los hace más vulnerables a sequías y otros desastres climáticos. Esta situación afecta seriamente tanto la productividad agrícola como el manejo de recursos hídricos en el país (ESAN, 2024). Aunque el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) invirtió más de S/ 147 millones en 2021 para mejorar la infraestructura de riego en varias regiones, todavía existen muchos retos importantes que deben superarse para cerrar esta brecha (Andina, 2021).

En el distrito de Buenavista, el canal de riego Taro Chico presenta graves deficiencias estructurales y problemas en la calidad del concreto, comprometiendo la distribución eficiente del agua y, en consecuencia, limitando la productividad agrícola local. Esta situación pone en riesgo la seguridad alimentaria de la comunidad y afecta negativamente a los agricultores. De manera similar, Ruiz (2022) identificó problemas graves de vulnerabilidad en la infraestructura hidráulica del canal Biaggio Arbulú, reflejando deficiencias comparables a las observadas en el canal Taro Chico.

La población del sector de Taro Chico ha dependido durante muchos años de la actividad agropecuaria, una de las principales actividades económicas de la zona, que incluye la

agricultura y la ganadería. En el pasado, la infraestructura de riego era suficiente para satisfacer las necesidades de la comunidad. Sin embargo, con el aumento de usuarios dedicados a la actividad agropecuaria, la infraestructura de riego se ha deteriorado y se encuentra en un estado de abandono. Como resultado, los usuarios han improvisado una acequia en sus terrenos para continuar el canal de riego, lo que ha llevado a que muchas tierras reciban cantidades insuficientes de agua o dependan exclusivamente de las precipitaciones estacionales.

Las principales causas del deterioro del canal Taro Chico incluyen la falta de mantenimiento regular, el uso de materiales de baja calidad durante su construcción inicial, y la ausencia de evaluaciones técnicas periódicas que podrían haber detectado y corregido fallas estructurales antes de que se agraven. Un estudio realizado por Olivera y Sandoval (2022) en el canal principal de irrigación de la margen izquierda del río Tumbes concluye que el deterioro significativo de la infraestructura se debe principalmente a la falta de mantenimiento y a la exposición a fenómenos naturales.

Los efectos más graves son la pérdida significativa de agua por filtraciones, lo que hace que haya menos agua disponible para el riego en momentos clave. Esto afecta directamente la producción agrícola y, por ende, los ingresos de los agricultores locales, lo que aumenta la vulnerabilidad alimentaria en la zona. Además, los problemas en el concreto, como fisuras y hundimientos, acortan la vida útil del canal y también afectan su funcionamiento (Romero, 2021).

Para solucionar estos problemas, se sugiere hacer una evaluación completa de la estructura del canal Taro Chico. Después, se pretende realizar mejoras en su diseño y en los materiales que se usan. Esto implica reparar el canal utilizando concreto de buena calidad y ajustar sus características hidráulicas para que la distribución del agua sea más eficiente. Es fundamental aplicar metodologías probadas para la evaluación de patologías, como las utilizadas en el canal Biaggio Arbulú (Ruiz, 2022).

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el canal de riego Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000, en el distrito de Buenavista, y desarrollar una propuesta de mejora que optimice su funcionamiento y eficiencia, beneficiando directamente a las comunidades agrícolas locales.

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál será el resultado de la evaluación del canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 con propuesta de mejora en el distrito de Buenavista?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el estado actual de la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista?

¿Cuál es la calidad del concreto y las características hidráulicas del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista?

¿Cuál es el diseño óptimo para el canal de riego Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 con propuesta de mejora en el distrito de Buenavista, Casma, 2022.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la estructura existente del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.
- Determinar la calidad del concreto y características hidráulicas del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.
- Proponer un nuevo diseño del canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 en el

distrito de Buenavista.

1.4. Formulación De La Hipótesis

Si se realiza una evaluación exhaustiva del canal de riego Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000, entonces se podrán desarrollar una propuesta de mejora que optimice su funcionamiento y eficiencia.

1.5. Justificación e importancia

1.5.1. Justificación Social:

La evaluación y mejora del canal de riego Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buenavista benefició directamente a las comunidades agrícolas locales. Un canal eficiente garantizó un suministro de agua constante y suficiente para los cultivos, lo que mejoró la productividad agrícola y, por ende, la seguridad alimentaria de la región. Además, ejecutar una propuesta de mejora que optimizó la estructura del canal genera empleos en la localidad donde se ejecutará el proyecto durante las fases de evaluación y mejora, fortaleciendo la economía y el bienestar social.

1.5.2. Justificación Económica :

Desde un punto de vista económico, un canal de riego en condiciones ideales permitió disminuir al mínimo las pérdidas de agua, lo que optimizó el uso del recurso hídrico y propició un aumento en la productividad agrícola. Además, su optimización promueve más inversiones en la industria, estimulando el crecimiento de la economía local. La mejora del riego también promueve la producción de productos de calidad superior , lo que posibilita a los productores y vendedores incrementar sus ganancias al venderlos a costos más competitivos en el mercado.

1.5.3. Justificación Académica :

En el ámbito académico, esta investigación ha brindado un aporte significativo en la evaluación y mejora de canales de riego, un aspecto fundamental en la ingeniería civil y agrícola. Los resultados y metodologías funcionarán como guía para investigaciones y proyectos futuros,

aportando al progreso del saber en la administración de infraestructuras hidráulicas. Además, este análisis se ha transformado en un recurso útil para estudiantes y expertos que buscan optimizar los recursos hídricos, reforzando de esta manera la capacitación y la toma de decisiones en este ámbito.

1.5.4. Importancia :

La importancia de este estudio reside en su aporte a la metodología de la investigación y mejora de la gestión del agua en áreas agrícolas. El análisis del canal de riego y la sugerencia de mejora subsiguiente no solo aseguran un abastecimiento eficaz y sostenible, sino que también potencian la productividad agrícola y el crecimiento económico. Además, el saber producido en esta investigación contribuye al progreso científico y técnico en la valoración y optimización de infraestructuras hidráulicas, ofreciendo un modelo replicable y adaptable para diferentes situaciones.



CAPÍTULO
II

MARCO TEÓRICO

Capítulo II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

A continuación, se exhiben antecedentes internacionales que son importantes para el desarrollo del estudio.

Calderón (2022) realizó la investigación titulada "Evaluación de la infraestructura hidráulica y de la calidad del agua del canal de riego 'La Victoria', del cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura". Este estudio, que tiene un enfoque cuantitativo y un diseño descriptivo, se enfocó en evaluar la infraestructura hidráulica y la calidad del agua del canal de riego "La Victoria". La finalidad de la investigación fue identificar los puntos de contaminación y revisar cómo está la infraestructura, para plantear un plan de mejora. La muestra abarcó un tramo crítico del canal en el cantón Antonio Ante, donde se tomaron seis muestras de agua para hacer un análisis físico, químico y microbiológico. La metodología se dividió en dos partes: campo y gabinete. En la etapa de campo, se recolectó las muestras de agua, se identificaron los puntos donde hay descargas contaminantes y evaluamos el estado físico del canal. Luego, en la etapa de gabinete, las muestras fueron llevadas a un laboratorio para analizar su calidad física, química y microbiológica, y las comparamos con los estándares actuales. Para llevar a cabo estos procedimientos, se empleó técnicas de muestreo y análisis de agua, además de contar con equipos de laboratorio especializados. El resultado más importante mostró que hay puntos de descarga que contaminan el tramo crítico del canal. Además, se encontró que la calidad del agua presenta niveles alarmantes de contaminación física, química y microbiológica, que superan lo que está permitido por las normas actuales. Así que, para solucionar lo expuesto, se recomendó hacer mejoras en la infraestructura del canal y en la gestión de la calidad del agua.

Martínez (2022), llevó a cabo la investigación titulada "Infraestructura Hidráulica Sustentable para Riego y Drenaje en el Cantón Babahoyo". Este estudio aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño descriptivo, se centró en diseñar una infraestructura hidráulica sustentable para riego y drenaje en el cantón Babahoyo. El estudio evaluó dos opciones integrales que son viables, teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos, culturales, ambientales y sociales. La zona que se tomó como muestra fue el sector La Ventura en la ciudad de Babahoyo. La metodología se dividió en dos etapas: campo y gabinete. En la etapa de campo, se recolectaron datos sobre el estado actual de las infraestructuras hidráulicas y se analizó su eficiencia. Durante la etapa de gabinete, se analizaron diferentes opciones utilizando matrices de evaluación y un análisis cuantitativo de la información recogida. Para esto, se aplicaron diversas técnicas e instrumentos, como el análisis de la precipitación y la disponibilidad del agua, así como modelos matemáticos para evaluar los caudales y diseñar la infraestructura hidráulica. También se llevaron a cabo estudios sobre el impacto ambiental y social. El principal resultado mostró que el diseño de infraestructura con tuberías y compuertas para mejorar el drenaje en el sector La Ventura fue viable y efectivo, permitiendo un mejor control de caudales y reduciendo la vulnerabilidad a inundaciones. En conclusión, la implementación de una infraestructura hidráulica sustentable en el cantón Babahoyo mejorará significativamente la distribución del recurso hídrico, beneficiando a los agricultores y a la comunidad al asegurar un suministro de agua más eficiente y controlado.

Jácome y Vela (2021), realizaron la investigación titulada "Evaluación y mejoramiento hidráulico de la infraestructura del sistema de riego biprovincial Ambuquí." Este análisis, aplicado y de orientación cuantitativa, con un diseño descriptivo y experimental, se enfocó en valorar y optimizar la infraestructura hidráulica del sistema de riego biprovincial Ambuquí. El estudio abarcó el estudio de la eficacia del sistema vigente y la sugerencia de mejoras técnicas.

El sistema de riego biprovincial Ambuquí fue el objeto de estudio, sin especificar un número preciso de objetos de estudio, pero centrándose en un análisis integral del sistema de riego. La metodología se dividió en varias etapas, comenzando con la evaluación de la eficiencia del sistema de riego actual y el diseño de propuestas de mejora. El tratamiento incluyó análisis de datos recogidos tanto en campo como en laboratorio. Se utilizaron tecnologías y técnicas avanzadas, como software especializado para diseño hidráulico y simulación de mejoras, recolección de datos de campo, análisis topográfico, estudios de suelo y pruebas hidráulicas. La innovación se enfocó en la idea de optimizar la infraestructura actual, tomando en cuenta tecnologías contemporáneas de riego y drenaje. El principal hallazgo del estudio fue la detección de carencias en la infraestructura vigente del sistema de riego biprovincial Ambuquí y la sugerencia de soluciones técnicas que incrementarían notablemente la eficacia del riego y la repartición del agua. Para concluir, la puesta en marcha de las mejoras sugeridas en la infraestructura del sistema de riego biprovincial Ambuquí conduciría a un uso más eficiente del agua, maximizando los recursos acuáticos disponibles y favoreciendo a los agricultores y comunidades que dependen del sistema de riego.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Seguidamente, se detallan los antecedentes nacionales relevantes para este estudio.

Ruiz (2022) realizó el estudio titulado "Evaluación de riesgos estructurales, ambientales y sociales de la infraestructura hidráulica de riego canal Biaggio Arbulú zona urbana del distrito de Castilla 2022". Este estudio, de naturaleza descriptiva y de diseño de Investigación-Acción, se enfocó en valorar los peligros estructurales, ambientales y sociales de la infraestructura del canal Biaggio Arbulú en la región urbana del distrito de Castilla. El estudio contempló los primeros 10 kilómetros del canal principal, que simboliza el segmento urbano del distrito de Castilla en Piura. La metodología se conformó de dos fases fundamentales. Durante la fase de campo, se obtuvieron datos a través de la observación directa y los registros históricos,

segmentando el canal en diez secciones para un estudio minucioso. Durante la fase de gabinete, se estructuraron y examinaron los datos recabados, confirmándolos con datos históricos y empleando una matriz para la evaluación de riesgos y catástrofes.. Se emplearon técnicas e instrumentos como una cámara fotográfica de celular, transporte en moto lineal, GPS y Google Earth Pro. El principal resultado mostró que la vulnerabilidad ambiental en los tramos quinto al octavo es muy alta, aunque el nivel de peligro es intermedio, lo que disminuyó la resolución del riesgo. Específicamente, el tramo 8 presentó el mayor riesgo con un 56.14%, impactando directamente la infraestructura, la población de la zona y los usuarios de riego. En conclusión, la investigación identificó con precisión los tramos más preocupantes en términos de peligro y vulnerabilidad, permitiendo desarrollar soluciones para reducir el impacto y mejorar las condiciones de la población y el servicio de la infraestructura, aumentando su vida útil.

Dávila y Escudero (2021) realizaron la investigación "Diseño hidráulico del canal abierto Miguel Checa (km 0+000 – km 2+000) para reducir la pérdida de agua por filtración, Piura, 2020". El estudio, de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño experimental, se centró en el diseño hidráulico del canal Miguel Checa para minimizar la pérdida de agua por filtración. La investigación abarcó desde la identificación de las características del canal hasta la propuesta de soluciones basadas en cálculos y modelamiento. La muestra del estudio comprendió los primeros 2 kilómetros del canal, del km 0+000 al km 2+000. El trabajo se desarrolló en dos etapas: campo y gabinete. En la etapa de campo, se realizó un levantamiento topográfico, análisis de características geotécnicas y geológicas, y evaluación de la pérdida de agua por filtración. En la etapa de gabinete, se organizó y analizó la información obtenida, diseñando el sistema hidráulico según los criterios de Ven Te Chow y la Autoridad Nacional del Agua (ANA), y modelando con los softwares HCANALES y Civil 3D. Se emplearon técnicas e instrumentos como GPS, equipos topográficos y el método de Faipa para el análisis de pérdidas de agua. El estudio mostró que se logró reducir la pérdida de agua por filtración a

un 0.07% con las propuestas de diseño hidráulico, las cuales resultaron factibles y efectivas.

En conclusión, estas propuestas mejoraron significativamente la eficiencia del sistema de riego y la disponibilidad de agua para los usuarios.

Olivera y Sandoval (2021) llevaron a cabo la investigación titulada "Evaluación y Mejoramiento del canal de riego Montegrande del Distrito de Mórrope - Lambayeque". Este estudio, de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño descriptivo, se centró en evaluar y mejorar el canal de riego Montegrande. La investigación abarcó estudios de topografía, suelos, hidrología, y la eficiencia de conducción del sistema de riego y sus obras de arte. La muestra del estudio fue el canal de riego Montegrande, con una longitud total de 3.665 km, que irriga 221.37 hectáreas pertenecientes a la Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico Mórrope. El método de investigación se dividió en dos etapas principales: campo y gabinete. En la etapa de campo, se evaluó el estado y eficiencia de conducción del canal mediante observación directa y mediciones. En la etapa de gabinete, se analizaron los datos recolectados y se diseñó un canal revestido con obras de arte de concreto armado. Para llevar a cabo estos procedimientos, se utilizaron técnicas e instrumentos como levantamiento topográfico con equipos de GPS y estación total, análisis de suelos (granulométrico, contenido de humedad, límite líquido y plástico), estudios hidrológicos (determinación de caudales y calidad del agua), y diseño hidráulico con software como HCANALES y Civil 3D. El principal resultado de la investigación reveló que el canal Montegrande presentaba una eficiencia de conducción del 47.5%. Con las mejoras propuestas, se espera aumentar esta eficiencia al 70%, permitiendo ampliar el área agrícola hasta 292 hectáreas. En conclusión, las mejoras sugeridas para el canal Montegrande van a potenciar la eficiencia en la gestión del agua. Esto implica que se disminuirán las pérdidas por infiltración y, adicionalmente, se incrementará la cantidad de agua disponible para el riego. Indudablemente, esto producirá una ventaja considerable para todos los usuarios del sistema.

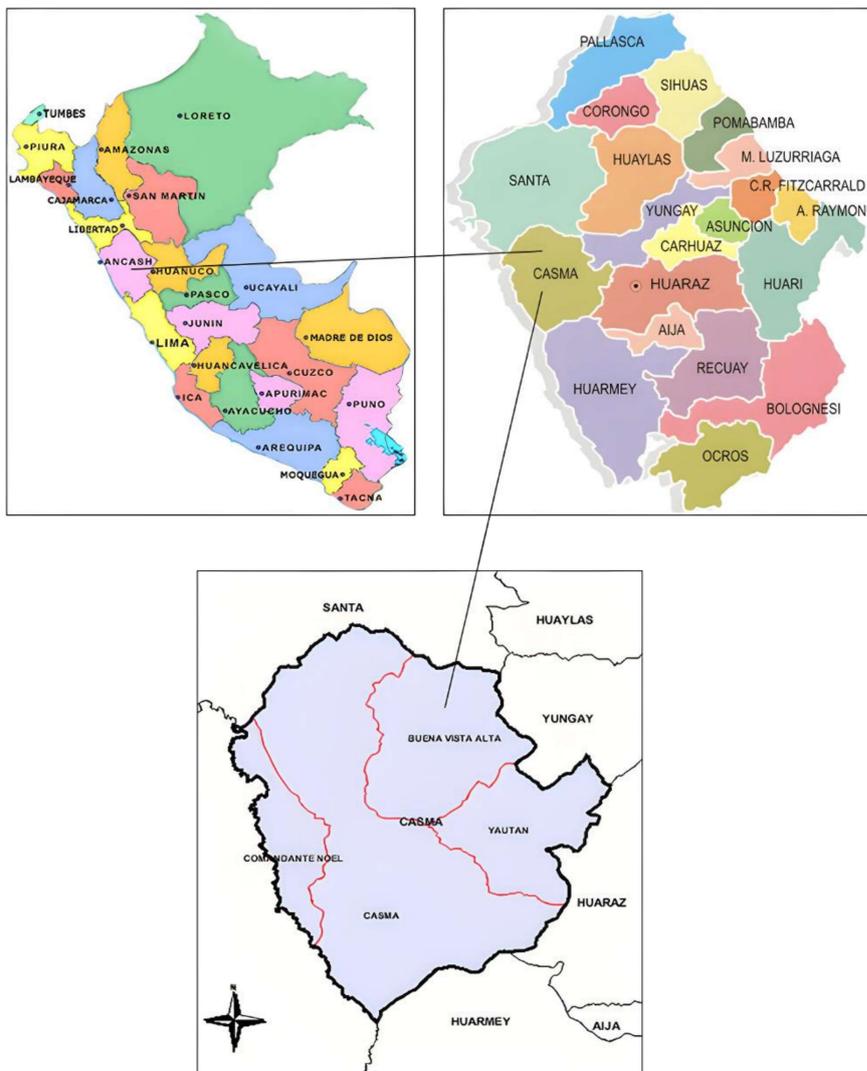
2.2. Marco Referencial

2.2.1. Ubicación política

Centro Poblado: Tarao Chico
 Distrito: Buenavista Alta
 Provincia: Casma
 Departamento: Ancash
 Región geográfica: Zona Costa

Figura 1

Ubicación política del Centro Poblado “TARAO CHICO”



Nota. El gráfico representa el departamento, provincia y distrito del centro poblado donde se realiza el presente trabajo.

2.2.2. *Ubicación Geográfica*

SISTEMA UTM – WGS – 84 (ZONA 17 SUR)

Latitud Sur: 9°25'1.41"S (-9.417059)

Longitud Oeste: 78°13'2.06"O (-78.21724)

Altitud: 226 m s. n. m.

Figura 2

Ubicación geográfica del Centro Poblado “TARAO CHICO”



Nota. El gráfico representa la ubicación geográfica mediante una marca de posición. Adaptado de *Google Earth Pro*.

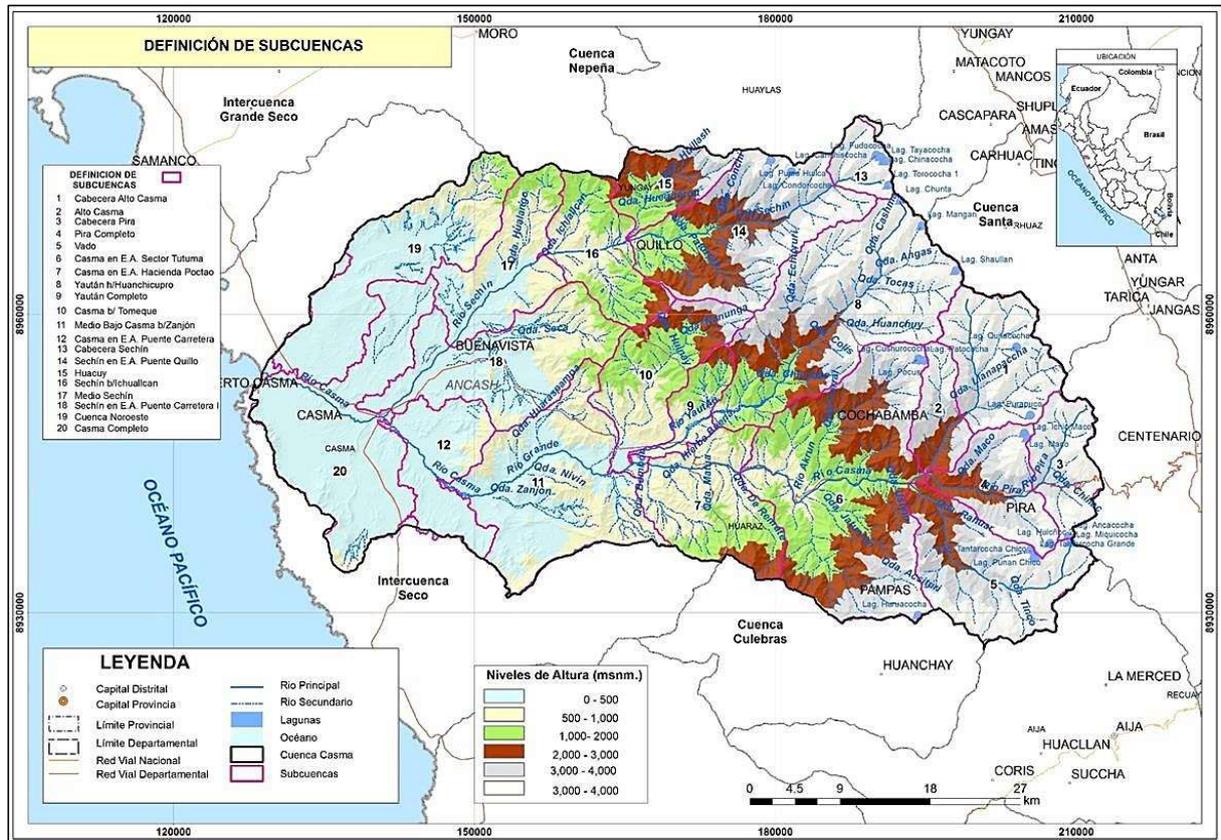
2.2.3. *Ubicación Hidrográfica*

Cuenca: Casma

Subcuenca: Sechín en E.A. Puente Carretera I

Figura 3

Cuenca y Subcuencas de Casma



Nota. El gráfico representa las subcuencas ubicadas dentro de la cuenca de Casma, teniendo en cuenta que se está trabajando en la subcuenca 17. Tomado de *Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca de Casma* (p.16), por Autoridad Nacional del Agua, 2015, TYPASA PERÚ.

2.2.4. Límites Geográficos

Por el Norte: con Relieves montañosos

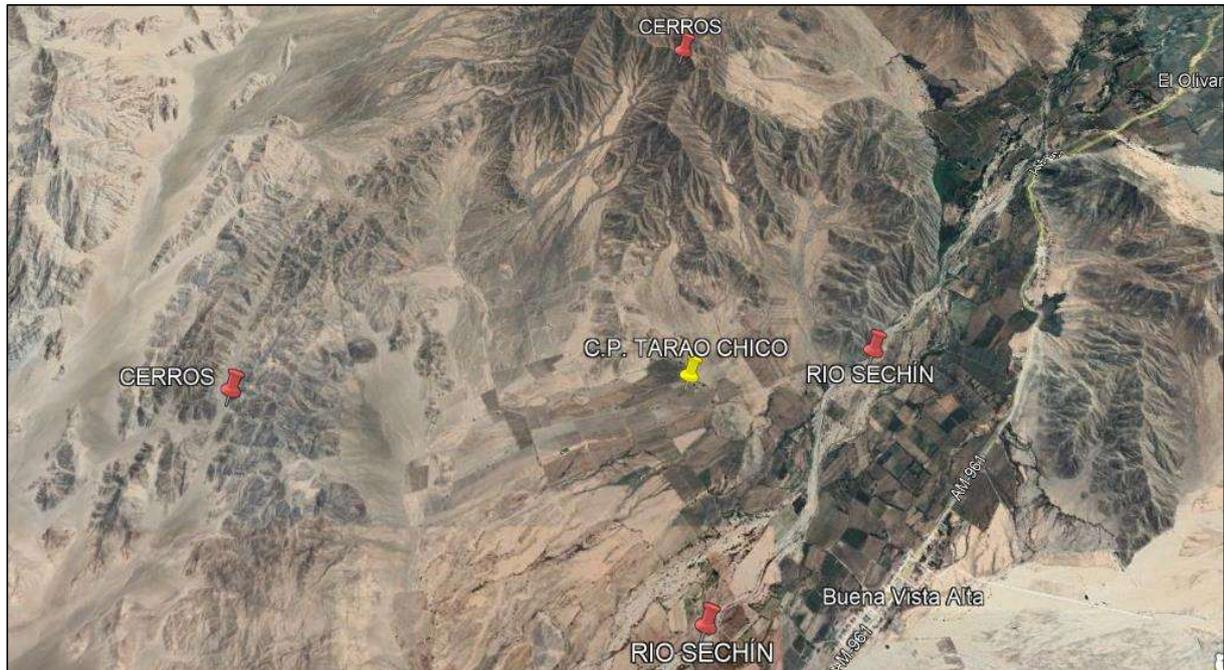
Por el Sur: con el Río Sechín

Por el Este: con el Río Sechín

Por el Oeste: con Relieves montañosos

Figura 4

Límites geográficos del Centro Poblado “TARAO CHICO”



Nota. El gráfico representa los límites geográficos mediante marcas de posición. Adaptado de *Google Earth Pro*.

2.2.5. Descripción Actual

El centro poblado de Tarao Chico carece de un sistema formal de abastecimiento de agua potable tanto para el consumo humano como para el riego agrícola. En su lugar, los habitantes satisfacen sus necesidades hídricas mediante el uso del agua que proviene del canal Tarao Chico, ubicado en las cercanías, el cual se alimenta directamente del río Sechín durante las épocas de abundancia y estiaje. Dicha agua no recibe ningún tipo de tratamiento, razón por la cual su uso debería limitarse exclusivamente a actividades agrícolas. No obstante, ante la necesidad diaria de consumo de agua, los pobladores recurren al hervor mediante fuego como único método de purificación para hacerla apta para beber.

El territorio correspondiente al centro poblado se compone mayoritariamente de áreas agrícolas, junto con algunas viviendas dispersas y caminos de acceso que consisten en trochas carrozables, carentes de pavimentación, veredas de concreto o espacios destinados a la

recreación.

La superficie agrícola alcanza aproximadamente las 60 hectáreas, todas ellas ubicadas dentro de los límites del centro poblado, y se riegan utilizando el recurso hídrico captado del canal Tarao Chico. Adicionalmente, se pudo constatar el estado actual de dicho canal, afectado por el paso del fenómeno de El Niño ocurrido en 2017, evento que provocó pérdidas de agua significativas y redujo la eficiencia del riego en los terrenos de cultivo.

2.2.5.1. Organización de los Usuarios del Agua: Actualmente, el manejo del recurso hídrico está a cargo de una comisión de regantes, la cual administra su distribución en base a acuerdos comunales. Este sistema se organiza mediante un rol de turnos, asignado a cada usuario en fechas previamente establecidas. A nivel comunal, se vienen proyectando iniciativas para la formación de un comité permanente que tenga como función supervisar el uso racional del agua. Como parte de estas medidas, se ha planteado la implementación de cuotas de consumo por usuario o agricultor, con el propósito de generar fondos que permitan sostener las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de riego existentes.

2.2.5.2. Operación y Mantenimiento del Sistema de Riego: La responsabilidad de la operación y mantenimiento del sistema de riego recae en la comisión de regantes, bajo la supervisión de la Oficina de Administración Técnica del Distrito de Riego de Casma – Sub Sede Huarney, en coordinación directa con los beneficiarios del proyecto. Se contempla la implementación de un sistema de control volumétrico del recurso hídrico, el cual será gestionado por personal técnico calificado encargado de asegurar el cumplimiento del cronograma de riego racionalizado.

Es fundamental que la participación de los beneficiarios sea activa, comprometida y permanente, orientada al logro de los siguientes objetivos específicos:

- Preservar y conservar la infraestructura del sistema de riego.
- Coordinar eficientemente con la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para la

programación y distribución equitativa del recurso hídrico.

- Garantizar la contratación de un equipo mínimo de personal operativo, que se responsabilice de la correcta, eficiente y continua gestión del sistema de riego.

2.2.6. Descripción Climática

2.2.6.1. Viento: En el centro poblado de Taro Chico, ubicado en la provincia de Casma, región Áncash, la velocidad del viento presenta un comportamiento estacional, influenciado principalmente por los cambios climáticos del litoral norte-centro del Perú. Los vientos predominantes son de dirección suroeste, con variaciones en intensidad a lo largo del año.

Durante los meses de invierno (junio a septiembre), los vientos tienden a intensificarse levemente debido a la presencia de masas de aire frío provenientes del Pacífico Sur, mientras que en verano (diciembre a marzo) se registran velocidades más moderadas. En términos generales, la velocidad promedio del viento en la zona fluctúa entre 15 km/h y 25 km/h, con ráfagas ocasionales que pueden superar estos valores en épocas puntuales de transición estacional o durante eventos climáticos como el Fenómeno de El Niño.

Esta variabilidad eólica debe ser considerada en la planificación de actividades agrícolas, el diseño de infraestructura rural (como coberturas livianas o techos), así como en la implementación de sistemas de riego tecnificado, ya que puede influir en la evaporación del recurso hídrico y en la estabilidad estructural de componentes expuestos.

2.2.6.2. Temperatura: El centro poblado Taro Chico presenta un clima cálido y seco, con marcadas variaciones estacionales. Durante los meses de verano, el clima se caracteriza por ser caluroso, húmedo y con cielo predominantemente nublado, mientras que los inviernos son prolongados, de temperaturas frescas y con nubosidad parcial. A lo largo del año, la zona se mantiene generalmente seca, con escasas precipitaciones.

La topografía plana y semiárida contribuye a una oscilación térmica moderada, donde las temperaturas máximas alcanzan alrededor de 32 °C en los meses estivales (entre enero y

marzo), mientras que en invierno (junio a septiembre) las temperaturas descienden hasta promediar los 22 °C.

El periodo de clima más fresco se extiende aproximadamente por cuatro meses, desde julio hasta octubre, durante los cuales la temperatura máxima diaria promedio no supera los 20 °C. Septiembre se identifica como el mes más frío del año, con temperaturas mínimas promedio de 16 °C y máximas que rondan los 20 °C.

2.2.7. Descripción Topográfica

Tarao Chico se sitúa a una altitud aproximada de 226 m.s.n.m., a unos 2.5 km del distrito de Buenavista Alta, en la provincia de Casma. La configuración topográfica del área es predominantemente ondulada, con zonas planas intercaladas por pendientes moderadas, que en su mayoría no superan el 28 % de inclinación. Esta morfología del terreno influye tanto en la delimitación de las áreas agrícolas como en la infraestructura hidráulica existente, especialmente en lo referente al diseño y trazado de los canales de riego.

2.2.8. Descripción Económica

La actividad económica predominante en Tarao Chico es la agricultura, representando aproximadamente el 90 % de la ocupación poblacional. Se cultivan principalmente frutales, maíz, espárrago, ají paprika y algodón, destinados tanto al autoconsumo como a la comercialización local y regional. La ganadería tiene una participación marginal, de aproximadamente 1 %, desarrollada en pequeña escala.

El ingreso económico de la población depende en su mayoría de la producción agrícola, la cual está sujeta a la disponibilidad de recursos hídricos y a las condiciones climáticas locales.

2.2.9. Vías de Acceso

El acceso principal al centro poblado Tarao Chico se realiza a través de la carretera asfaltada Casma – Huaraz, la cual llega hasta el centro poblado de Buenavista Alta. A partir de este punto, el trayecto continúa por una vía de tipo afirmado hasta llegar a Tarao Chico.

Desde allí, el desplazamiento hacia la zona específica del proyecto se efectúa mediante un camino rural no formalizado, definido por los propios agricultores para facilitar el mantenimiento y limpieza del canal de riego existente. Esta vía, si bien funcional, presenta limitaciones en cuanto a transitabilidad durante épocas de lluvia o en condiciones adversas.

2.3. Base Teórica

2.3.1. Canales Hidráulicos

Para comprender el concepto de canal hidráulico, Máximo Villón (2007) señala que “los canales son conductos en los que el agua circula debido a la acción de gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera” (p. 15). Esto implica que el agua puede desplazarse tanto en estructuras abiertas como cerradas, siempre y cuando su movimiento se produzca por efecto de la gravedad y mantenga una superficie libre expuesta al aire.

2.3.1.1. Canales Abiertos: En el estudio de la hidráulica, los canales abiertos desempeñan un papel fundamental en la conducción de agua en proyectos de irrigación, drenaje y distribución. French (s.f.) proporciona una definición clave: “Por definición, un canal abierto es un conducto para flujo el cual tiene una superficie libre, i.e., una de las fronteras está expuesta a la atmósfera. La superficie libre es esencialmente una interfase entre dos fluidos de diferente densidad. En el caso de la atmósfera, la densidad del aire es mucho más baja que la densidad de un líquido como el agua, además, la presión es constante. En el caso de fluidos en movimiento, este fenómeno es causado generalmente por efectos gravitacionales y la distribución de presiones dentro del fluido es generalmente hidrostática” (p. 2).

Esta definición remarca que los canales abiertos no están presurizados, y su funcionamiento depende principalmente de la gravedad. La superficie libre permite que el flujo esté en contacto con la atmósfera, diferenciándose así de los sistemas cerrados o a presión. Esto conlleva una

serie de implicancias en el diseño hidráulico, como la necesidad de calcular el tirante hidráulico, la pendiente del fondo, y las condiciones de borde.

2.3.1.2. Clasificación de los Canales Abiertos: Los canales abiertos pueden clasificarse atendiendo a su origen, es decir, si han sido formados de manera natural o contruidos artificialmente. Te Chow (2004) define: “Un canal abierto es un conducto en el cual el agua fluye con una superficie libre. De acuerdo con su origen un canal puede ser natural o artificial” (p. 19). Esta distinción permite establecer estrategias de gestión y diseño acordes a las condiciones físicas y sociales del entorno.

Asimismo, Villón (2007) complementa esta clasificación afirmando que “los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) o artificiales (construidos por el hombre). Dentro de estos últimos, pueden incluirse aquellos conductos cerrados que trabajan parcialmente llenos (alcantarillas, tuberías)” (p. 14). Esta precisión permite incluir conductos que, aunque son cerrados físicamente, operan como canales abiertos al no estar completamente llenos y, por tanto, mantienen una superficie libre en contacto con la atmósfera.

Los canales naturales son aquellos que se forman sin intervención humana y comprenden una amplia gama de cuerpos de agua. Según Te Chow (2004), “los canales naturales incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la Tierra, los cuales varían en tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas montañosas, hasta quebradas, arroyos, ríos pequeños y grandes, y estuarios de mareas. Las corrientes subterráneas que transportan agua con una superficie libre también son consideradas como canales abiertos naturales” (p. 19).

Dichos canales presentan una gran variabilidad morfológica e hidráulica, lo cual complica su modelamiento. En ese sentido, Te Chow (2004) añade que “las propiedades hidráulicas de un canal natural por lo general son muy irregulares. En algunos casos pueden hacerse suposiciones empíricas razonablemente consistentes con las observaciones y experiencias reales, de tal modo que las condiciones de flujo en estos canales se vuelven manejables mediante el

tratamiento analítico de la hidráulica teórica. Un estudio completo sobre el comportamiento del flujo en canales naturales requiere el conocimiento de otros campos, como hidrología, geomorfología, transporte de sedimentos, etc. Éste constituye, de hecho, un tema de estudio por sí mismo, conocido como hidráulica fluvial” (p. 19). Este enfoque multidisciplinario es indispensable para una correcta gestión de cuencas y recursos hídricos naturales.

Por otra parte, los canales artificiales son construidos por intervención humana con propósitos específicos como el riego, drenaje o generación hidroeléctrica. Sotelo Ávila (2002) describe que “los artificiales con frecuencia se diseñan con secciones geométricas regulares, siendo las más comunes: la trapecial, la rectangular, la triangular y la semicircular” (p. 2).

Por su parte, Te Chow (2004) destaca la versatilidad de los canales artificiales señalando que “los canales artificiales son aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo humano: canales de navegación, canales de centrales hidroeléctricas, canales y canaletas de irrigación, cunetas de drenaje, vertederos, canales de desborde, canaletas de madera, cunetas a lo largo de carreteras, etc., así como canales de modelos construidos en el laboratorio con propósitos experimentales. Las propiedades hidráulicas de estos canales pueden ser controladas hasta un nivel deseado o diseñadas para cumplir unos requisitos determinados. La aplicación de las teorías hidráulicas a canales artificiales producirá, por tanto, resultados bastante similares a las condiciones reales y, por consiguiente, razonablemente exactos para propósitos prácticos de diseño” (p. 19).

2.3.2. Secciones Transversales de Canales

En el diseño y análisis hidráulico de canales, la geometría de la sección transversal representa uno de los factores fundamentales que influye directamente en el comportamiento del flujo. Las secciones transversales permiten determinar parámetros esenciales como el área hidráulica, el perímetro mojado y el radio hidráulico, los cuales son indispensables para aplicar las fórmulas de flujo uniforme o gradualmente variado. En este contexto, los canales se pueden

clasificar en prismáticos y no prismáticos, dependiendo de la constancia de su forma a lo largo de su trazado.

Según Te Chow (2004), “un canal construido con una sección transversal invariable y una pendiente de fondo constante se conoce como canal prismático. De otra manera, el canal es no prismático; un ejemplo es un vertedero de ancho variable y alineamiento curvo. A menos que se indique específicamente, los canales descritos en este libro son prismáticos” (p. 20). Esta distinción es fundamental para establecer los modelos de cálculo y las condiciones de diseño apropiadas.

Por otro lado, Máximo Villón (2007) afirma que “la sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y varía de un lugar a otro. Los canales artificiales, usualmente se diseñan con formas geométricas regulares (prismáticos)” (p. 15). Esto evidencia que, mientras los canales naturales presentan una gran variabilidad morfológica influida por factores geológicos, climáticos y sedimentológicos, los canales artificiales buscan geometrías óptimas para facilitar su operación y mantenimiento.

A continuación, se describen las principales formas geométricas utilizadas en el diseño de canales artificiales.

2.3.2.1. Secciones Abiertas: Este tipo de secciones se caracteriza por mantener una superficie libre expuesta a la atmósfera. Su diseño busca maximizar la eficiencia hidráulica minimizando la pérdida de energía y facilitando su construcción y mantenimiento.

La sección trapezoidal es la más común en canales de tierra o sin revestimiento, debido a su estabilidad estructural y a que permite un equilibrio entre excavación y resistencia de taludes.

Te Chow (2004) señala que “el trapecio es la forma más común para canales con bancas en tierra sin recubrimiento, debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad” (p. 20). Esto hace que sea ampliamente utilizada en obras de irrigación en zonas agrícolas.

Asimismo, Villón (2007) comenta que “se usa siempre en canales de tierra y en canales

revestidos” (p. 16), lo cual resalta su versatilidad para diferentes tipos de revestimiento o condiciones del terreno.

La sección rectangular presenta paredes verticales y fondo plano, lo que facilita su cálculo hidráulico y la instalación de elementos estructurales. Su aplicación es más frecuente en materiales estables como concreto, acero o madera. En palabras de Te Chow (2004), “el rectángulo y el triángulo son casos especiales del trapecio. Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, como mampostería, roca, metal o madera” (p. 20).

Villón (2007) complementa esta idea al señalar que “se usa para acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos” (p. 16), lo cual evidencia su utilidad en obras hidráulicas con requerimientos estructurales específicos.

Aunque de uso menos frecuente, la sección triangular se emplea principalmente en cunetas o pequeños canales a lo largo de caminos. Su forma facilita el escurrimiento superficial y es práctica para obras de menor envergadura. Según Te Chow (2004), “la sección triangular sólo se utiliza para pequeñas acequias, cunetas a lo largo de carreteras y trabajos de laboratorio” (p. 20). Esta aplicación específica responde tanto a criterios económicos como a facilidad de construcción.

De manera similar, Villón (2007) indica que “se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo, por ejemplo, los surcos.” (p. 16), destacando su utilidad en infraestructuras viales y agrícolas.

La sección parabólica, aunque menos común, es utilizada como aproximación a la forma que adoptan algunos canales naturales o revestidos. Ofrece una transición suave en sus taludes, lo cual contribuye a la eficiencia hidráulica. Te Chow (2004) afirma que “la parábola se utiliza como una aproximación a secciones de canales de tamaños pequeño y mediano” (p. 22), sugiriendo que esta geometría se adapta bien en ciertos contextos donde se busca un equilibrio

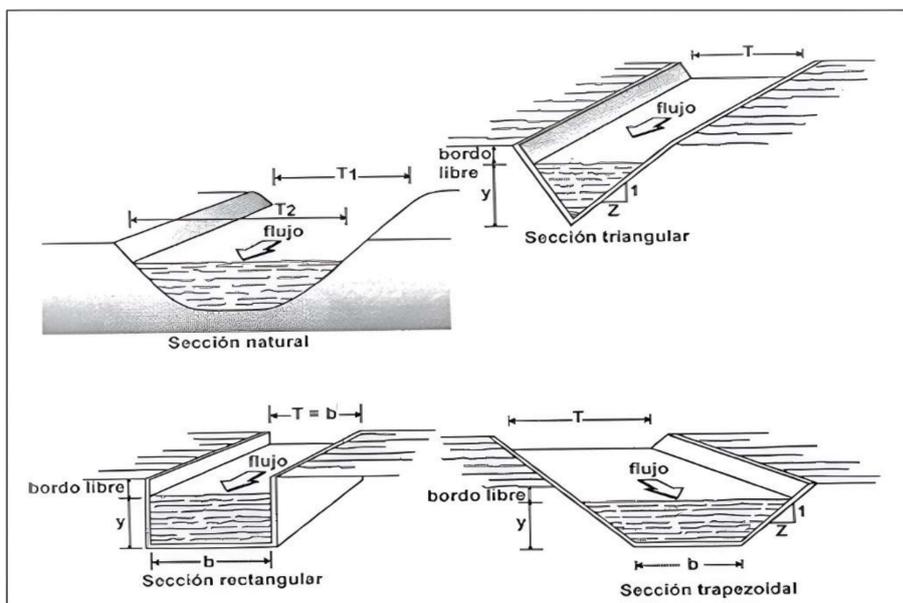
entre funcionalidad y economía.

Por su parte, Villón (2007) comenta que “se emplea a veces para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales viejos de tierra” (p. 16), lo que indica que este tipo de sección también responde a adaptaciones topográficas y evolución del canal en el tiempo.

Las secciones naturales presentan formas irregulares determinadas por la acción de procesos geológicos, hidrológicos y sedimentológicos. Estas formas no pueden ser clasificadas fácilmente bajo una sola geometría y requieren métodos empíricos para su análisis. Cadavid R. (2006) sostiene que “las secciones naturales muestran variadas formas en sus secciones transversales debido a procesos que sirven para crearlas, de suerte que no es factible hablar de una típica” (p. 22). Por tanto, su estudio exige el empleo de herramientas complementarias como levantamientos topográficos, modelación fluvial y análisis sedimentológico para representar adecuadamente su comportamiento hidráulico.

Figura 5

Secciones transversales abiertas más frecuentes



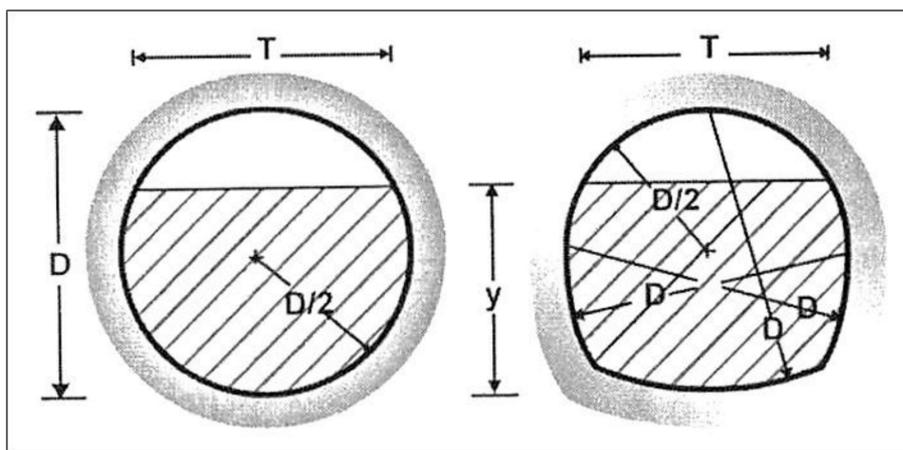
Nota. El gráfico representa las secciones transversales abiertas más frecuentes conjuntamente con sus elementos geométricos. Tomado de *Hidráulica de Canales* (p.17), por Máximo Villón, 2007, Editorial Villón.

2.3.2.2. Secciones Cerradas: Las secciones cerradas son perfiles estructurales cuyo contorno transversal forma un circuito continuo, como los tubos circulares o cuadrados. Se caracterizan por ofrecer alta rigidez a la torsión, buena resistencia a esfuerzos combinados y un comportamiento eficiente frente a cargas estructurales.

Las secciones circulares son ampliamente utilizadas en obras hidráulicas, especialmente en infraestructura de saneamiento como alcantarillas, drenajes pluviales y tuberías de pequeño a mediano diámetro. Chow (2004) afirma que este tipo de sección es la más común en conducciones cerradas debido a su facilidad de construcción y eficiencia hidráulica (p. 20). En la misma línea, Villón (2007) señala que estas secciones se aplican frecuentemente en obras hidráulicas de importancia, tanto en medios urbanos como rurales (p. 16). Además, Rocha Felices (2007) aclara que el hecho de que el conducto sea cerrado no implica necesariamente que el flujo sea a presión, ya que puede existir una superficie libre si el tubo no se encuentra completamente lleno (p. 3).

Figura 6

Secciones transversales cerradas



Nota. El gráfico representa las secciones transversales cerradas conjuntamente con sus elementos geométricos. Tomado de *Hidráulica de Canales* (p.17), por Máximo Villón, 2007, Editorial Villón.

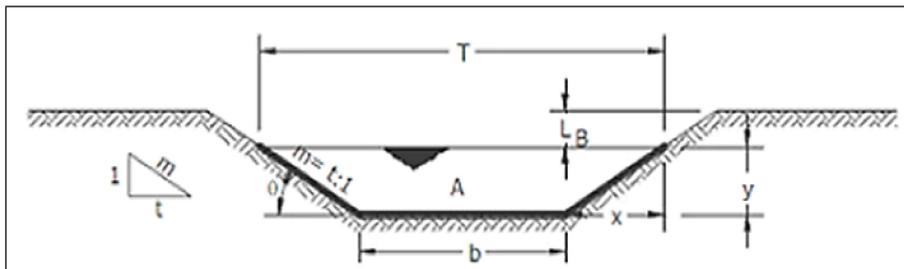
2.3.3. Elementos Geométricos del Canal

Los elementos geométricos de un canal son parámetros esenciales que definen su

comportamiento hidráulico, estas propiedades se determinan a partir de la geometría de la sección transversal y de la profundidad del flujo, siendo fundamentales para el diseño y cálculo de canales (Rodríguez Ruiz, 2008).

Figura 7

Elementos geométricos del canal



Nota. El gráfico representa los elementos geométricos más importantes de un canal. Tomado de *Hidráulica II* (p.5), por Rodríguez Ruiz, 2008, Instituto Politécnico Nacional.

2.3.3.1. Ancho Superficial (T): Este parámetro representa la distancia horizontal existente en la parte superior del canal, justo en la superficie libre del flujo (ver figura 7). Se mide en metros y resulta clave en la determinación del régimen de flujo y la resistencia hidráulica (Rodríguez Ruiz, 2008).

2.3.3.2. Ancho de Solera (b): Corresponde a la base del canal en su sección transversal (ver figura 7). Su valor, también medido en metros, incide directamente en el cálculo del área hidráulica y en la evaluación de la capacidad de conducción del canal (Rodríguez Ruiz, 2008).

Tabla 1

Ancho de solera en función del caudal

Caudal Q (m ³ /s)	Ancho de solera b (m)
Menor de 0.100	0.30
Entre 0.100 y 0.200	0.50
Entre 0.200 y 0.400	0.75
Mayor de 0.400	1.00

Nota. Adaptado de *Hidráulica de Canales* (p.137), por Máximo Villón, 2007, Editorial Villón.

2.3.3.3. Ángulo de Inclinación (θ): Este ángulo se forma entre el plano horizontal de la base del canal y la pendiente lateral de sus paredes (ver figura 7). Se expresa en grados y está directamente relacionado con la estabilidad del talud del canal y la resistencia a la erosión (Rodríguez Ruiz, 2008).

2.3.3.4. Área Hidráulica (A): Se define como la superficie de la sección transversal del canal ocupada por el agua. Su medición, en metros cuadrados, es fundamental para calcular el caudal mediante fórmulas como la de Manning (Rodríguez Ruiz, 2008).

2.3.3.5. Perímetro Mojado (P): Es la longitud del contorno de la sección mojada que está en contacto con el agua. Se expresa en metros y es importante para determinar el radio hidráulico, el cual influye en la eficiencia del flujo (Rodríguez Ruiz, 2008).

2.3.3.6. Radio Hidráulico (R): Este parámetro se obtiene al dividir el área hidráulica entre el perímetro mojado ($R = A/P$). De acuerdo con la Autoridad Nacional del Agua (2010), la eficiencia hidráulica de un canal trapezoidal es máxima cuando el ángulo de inclinación del talud es de 60° y el tirante es el doble del radio hidráulico. Para canales eficientes, R también puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{y}{2} \quad (\text{Ecuación 1})$$

2.3.3.7. Pendiente (S): Es aquella pendiente longitudinal dada por la diferencia de cotas de la rasante entre dos puntos, dividida entre la distancia horizontal que los separa.

Su cálculo puede realizarse mediante la Ecuación de Manning y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$S = \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right)^2 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Tabla 2
Pendiente admisible en función del tipo de suelo

Tipo de Suelo	Pendiente (0/00)
Suelos sueltos	0.5 - 1.0
Suelos francos	1.5 – 2.5
Suelos arcillosos	3.0 – 4.5

Nota. Adaptado de *Hidráulica de Canales* (p.135), por Máximo Villón, 2007, Editorial Villón.

2.3.3.8. Talud (m): Es la proporción entre la proyección horizontal y la vertical de las paredes laterales del canal (ver figura 7). Se puede calcular mediante la cotangente inversa del ángulo de inclinación (Ecuación 3). De acuerdo con el Bureau de Reclamación de los EE.UU. (U.S.B.R., 1978), se recomienda una relación estándar de 1.5:1 para taludes en diseño de canales. Villón (2007) y Aguirre P. (1974) ofrecen tablas que relacionan el tipo de suelo y el valor del talud adecuado.

$$m = \cot^{-1} \theta \quad (\text{Ecuación 3})$$

Tabla 3
Taludes apropiados para distintos tipos de material

Material	Talud (H/V)
Roca	Prácticamente Vertical
Suelos de turba y detritos	0.25:1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5:1 hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5:1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

Nota. La tabla muestra cómo cambia los valores de talud dependiendo del material que compone un canal. Adaptado de *Hidráulica de Canales* (p.62), por Aguirre P., 1974, CIDIAT, Merida, Venezuela.

Tabla 4
Taludes recomendados en función del material

Características de los suelos	Canales poco profundos	Canales profundos
Roca con buenas condiciones	Vertical	0.25:1
Arcillas compactas o conglomerados	0.5:1	1:1
Limos arcillosos	1:1	1.5:1
Limoso – arenosos	1.5:1	2:1
Arenas sueltas	2:1	3:1

Nota. Adaptado de *Hidráulica de Canales* (p.136), por Máximo Villón, 2007, Editorial Villón.

2.3.3.9. Tirante Hidráulico (y): Es la altura del flujo medida desde el fondo del canal hasta la superficie libre del agua (ver figura 7). Su valor es esencial en los cálculos de caudal, energía específica y régimen del flujo (Rodríguez Ruiz, 2008).

2.3.3.10. Bordo Libre (L_B): El bordo libre es la distancia vertical entre la lámina de agua y la corona del canal (ver figura 7). Según la Autoridad Nacional del Agua (2015), no existe una regla única para su determinación, pero se sugiere emplear la (Ecuación 4). Este parámetro es vital para prevenir desbordes ante crecidas o turbulencias.

$$L_B = 0.3048\sqrt{C \times y} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

C = 1.5 para caudales menores a 20 pies³ / seg., y hasta 2.5 para caudales del orden de los 3000 pies³/seg.

y = Tirante del canal en pies

L_B = Bordo libre del canal en metros

2.3.4. Flujos en Canales Abiertos

En el análisis del comportamiento hidráulico, resulta fundamental distinguir entre el flujo en canales abiertos y el flujo en tuberías presurizadas. Al respecto, Te Chow (2004) señala que “el flujo en canales abiertos debe tener una superficie libre de agua, en tanto que el flujo en tubería no

presenta aquello, debido a que en este caso el agua debe llenar completamente el conducto” (p. 3).

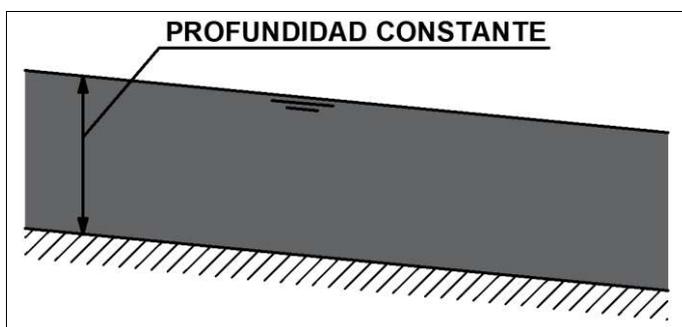
El comportamiento del flujo en canales abiertos depende de la variación de parámetros como profundidad, velocidad y sección transversal en función del tiempo y el espacio. Se destaca que esta clasificación permite adaptar mejor el análisis hidráulico a distintas condiciones operativas.

Considerando que el presente estudio se centra en canales abiertos, a continuación, se desarrollarán los distintos tipos de flujo que se presentan en este tipo de sistemas.

2.3.4.1. Flujo Permanente y Flujo No Permanente: En el flujo permanente, la profundidad del agua permanece constante con el tiempo bajo condiciones estables, lo cual simplifica notablemente los cálculos y se suele utilizar para dimensionamiento de canales. En cambio, el flujo no permanente implica variaciones temporales de los caudales y tirantes, que requieren modelos dinámicos más complejos. Te Chow (2004) define: “el flujo en un canal abierto es permanente si la profundidad de flujo es constante durante el intervalo de tiempo en consideración” (p. 5). Este enfoque es fundamental en diseño al representar condiciones hidráulicas de equilibrio.

Figura 8

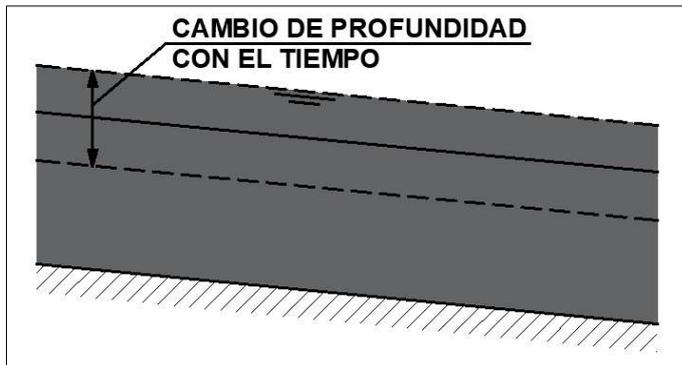
Flujo uniforme permanente



Nota. El gráfico representa el tipo de flujo permanente de un canal abierto. Tomado de *Hidráulica II* (p.9), por Rodríguez Ruiz, 2008, Instituto Politécnico Nacional.

Figura 9

Flujo uniforme no permanente



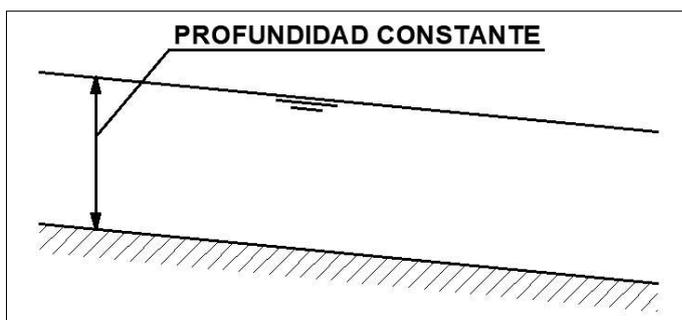
Nota. El gráfico representa el tipo de flujo no permanente de un canal abierto. Tomado de *Hidráulica II* (p.9), por Rodríguez Ruiz, 2008, Instituto Politécnico Nacional.

2.3.4.2. Flujo Uniforme y Flujo Variado: Desde el punto de vista espacial, un flujo es uniforme si la profundidad se mantiene constante a lo largo del canal. Te Chow (2004) indica: “el flujo en canales abiertos es uniforme si la profundidad de flujo es la misma en cada sección del canal” (p. 6). Dicho flujo puede combinarse con la condición permanente o variar con el tiempo.

Por otro lado, el flujo variado se distingue porque la profundidad cambia gradualmente a lo largo del recorrido del canal. Te Chow (2004) explica: “el flujo en canales abiertos es variado si la profundidad de flujo cambia a lo largo del canal” (p. 6), y añade que este puede ser permanente o no permanente.

Figura 10

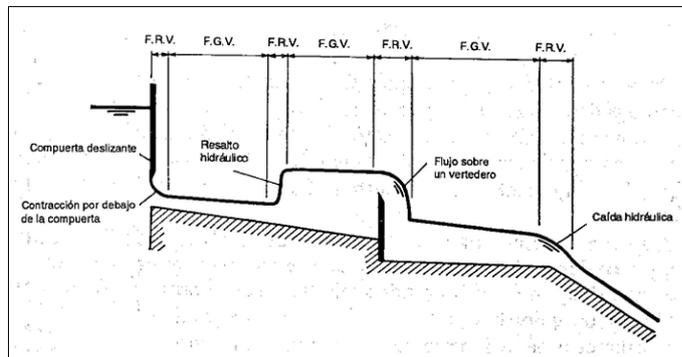
Flujo uniforme



Nota. Tomado de *Hidráulica de Canales* (p.7), por Te Chow, 2004, McGraw-Hill.

Figura 11

Flujo variado



Nota. Tomado de *Hidráulica de Canales* (p.7), por Te Chow, 2004, McGraw-Hill.

2.3.5. Estados de Flujo en Canales Abiertos

Según Te Chow (2004) nos dice que “el estado o comportamiento del flujo en canales abiertos está gobernado básicamente por los efectos de viscosidad y gravedad en relación con las fuerzas inerciales del flujo” (p7). Existen dos efectos claros para determinar el estado de flujo. Es estado de flujo bajo el efecto de viscosidad puede ser laminar, turbulento o de transición, mientras que bajo el efecto de gravedad puede ser crítico, subcrítico o supercrítico.

2.3.5.1. Flujo Laminar o Turbulento: Rodríguez Ruiz (2008) y Villón (2007)

coinciden en que estos estados se identifican mediante el número de Reynolds:

$$R_e = \frac{v \times R}{\mu} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

v = velocidad media del flujo, en metros por segundo (m/s)

R = radio hidráulico de la sección transversal, en metros (m).

μ = viscosidad cinemática del agua, en m²/s

A fin de caracterizar el tipo de flujo que se presenta en un canal, es fundamental el análisis del número de Reynolds, el cual relaciona las fuerzas inerciales con las viscosas. Esta relación permite establecer si el flujo es laminar, de transición o turbulento. La Tabla 5 resume los rangos típicos del número de Reynolds y el estado de flujo asociado a cada uno.

Tabla 5
Estado de flujo en función del número de Reynolds

Flujo	Número de Reynolds
Laminar	$R_e < 500$
De transición	$500 \leq R_e \leq 1000$
Turbulento	$R_e > 1000$

Nota. Adaptado de *Hidráulica II* (p.13), por Rodríguez Ruiz, 2008, Instituto Politécnico Nacional.

2.3.5.2. Flujo Crítico, subcrítico y supercrítico: El estado hidráulico en función de la gravedad se define por el número de Froude:

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \times L}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

v = velocidad media de la sección, en metros por segundo (m/s)

g = aceleración de la gravedad, en m/s^2

L = longitud característica de la sección, en metros (m)

Tabla 6
Estado de flujo en función del número de Froude

Flujo	Número de Reynolds
Subcrítico	$F < 1$
Crítico	$F = 1$
Supercrítico	$F > 1$

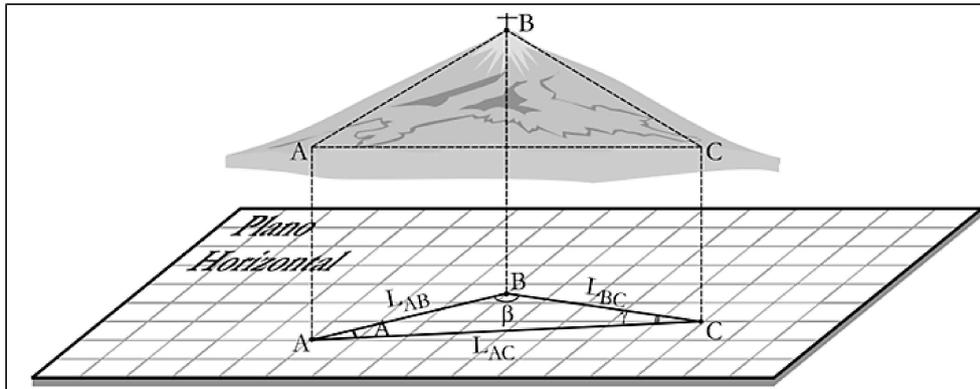
Nota. Adaptado de *Hidráulica de Canales* (p.48), por Máximo Villón, 2007, Editorial Villón.

2.3.6. Levantamiento Topográfico

2.3.6.1. Planimetría: La planimetría representa la proyección horizontal del terreno, sin considerar la elevación. Según Mendoza (2019), “la planimetría se encarga de representar gráficamente una porción de tierra, sin tener en cuenta los desniveles” (p. 13). Se basa en mediciones de puntos clave para definir la red de plantas y conexiones.

Figura 12

Plano planimétrico



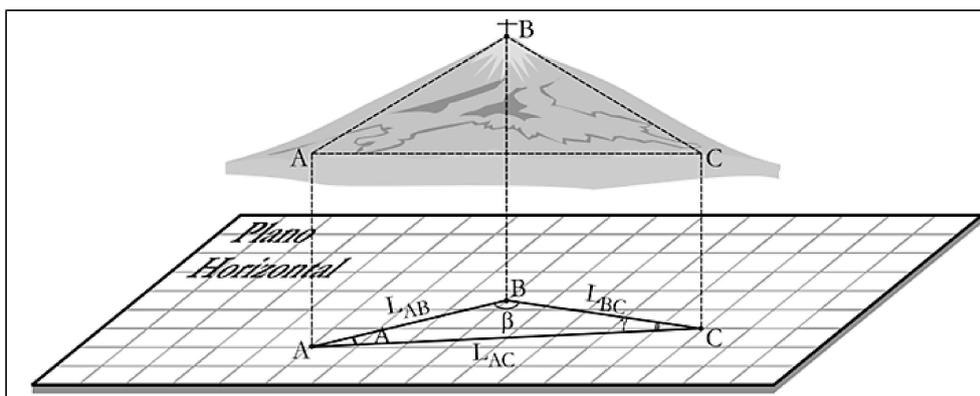
Nota. Adaptado de *Topografía y Geodesia* (p.13), por Mendoza D., 2019, Maraucano E.I.R.L

Para conseguir representar esa porción de tierra, será necesario proyectar en un plano horizontal todas las longitudes o distancias inclinadas que se requieran graficar.

2.3.6.2. Altimetría: La altimetría, en cambio, registra las cotas de elevación de cada punto respecto a un nivel de referencia. Mendoza (2019) explica que “la altimetría se encarga de representar gráficamente las diferentes altitudes de los puntos de la superficie terrestre” (p. 14). La creación de curvas de nivel es esencial para entender pendientes, cuencas y orientar diseño hidráulico.

Figura 13

Plano altimétrico

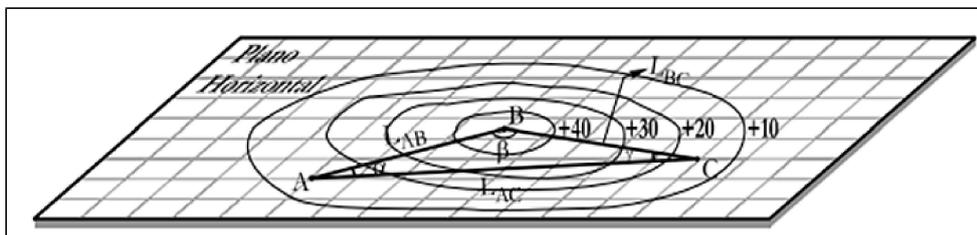


Nota. Adaptado de *Topografía y Geodesia* (p.14), por Mendoza D., 2019, Maraucano E.I.R.L

2.3.6.3. Topografía: La topografía combina la planimetría y altimetría para generar mapas tridimensionales del terreno. Esta herramienta, según Mendoza (2019), “representa gráficamente los diferentes puntos sobre la superficie terrestre, teniendo presente su posición planimétrica y altitud” (p. 14). Para el procesamiento de los datos que se obtienen del levantamiento topográfico en campo, se usará el software civil 3D, que permite simular el comportamiento del agua en función del relevo y planificar trazados de canales de forma precisa.

Figura 14

Plano planimétrico - altimétrico



Nota. Adaptado de *Topografía y Geodesia* (p.14), por Mendoza D., 2019, Maraucano E.I.R.L

2.3.7. Estudio de Mecánica de Suelos

El diseño de estructuras hidráulicas y de canales depende en gran medida de las propiedades físicas del suelo. Para ello, se utilizan ensayos de laboratorio que permiten caracterizar los materiales de base y taludes.

La granulometría de un material describe cómo se distribuyen los tamaños de las partículas que conforman un agregado. A partir de esta distribución, es posible estimar otras propiedades relevantes del material con diferentes grados de precisión (MTC, 2016).

El procedimiento de tamizado debe ejecutarse conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana y al Manual de Ensayos de Materiales emitido por el MTC, utilizando una cantidad representativa de suelo o agregado previamente seco. Este proceso puede llevarse a cabo de forma manual o mediante equipos mecánicos apropiados.

En el caso del tamizado manual, este se realiza agitando el tamiz con una mano en movimientos circulares mientras con la otra se efectúan golpes suaves. Es importante señalar que no se debe

introducir la mano dentro del tamiz, ya que esto puede alterar el proceso natural de separación de partículas.

Tabla 7

Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las Partículas
	Grava	75 mm – 4.75 mm
	Arena	Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm Arena Fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Nota. Adaptado de *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos* (p.31), por Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014.

2.3.7.1. Análisis Granulométrico por Tamizado: De acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), el presente modo operativo establece el procedimiento para cuantificar los porcentajes de suelo que atraviesan los distintos tamices utilizados en el ensayo, incluyendo hasta el tamiz N° 200 (con una abertura de 0.074 mm).

Cabe señalar que este procedimiento no aborda aspectos relacionados con la seguridad. Por ello, corresponde al usuario implementar las medidas de seguridad y salud necesarias, así como definir las responsabilidades asociadas a la utilización e interpretación del método (MTC, 2016, p. 44).

Tabla 8

Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tamices	Abertura (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
N° 4	4,760

N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 140	0,106
N° 200	0,075

Nota. Adaptado de *Manual de Ensayo de Materiales* (p.44), por Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016.

Tabla 9

Tamices de malla cuadrada alternativos

Tamices	Abertura (mm)
3"	75,000
1 ½"	38,100
¾"	19,000
⅜"	9,500
N° 4	4,760
N° 8	2,360
N° 16	1,100
N° 30	0,590
N° 50	0,297
N° 100	0,149
N° 200	0,075

Nota. Adaptado de *Manual de Ensayo de Materiales* (p.44), por Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016.

El análisis se hace pesando la muestra retenida en cada tamiz. El porcentaje retenido se calcula como:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 7})$$

Luego, el porcentaje que pasa se obtiene restando el acumulado retenido al 100 %:

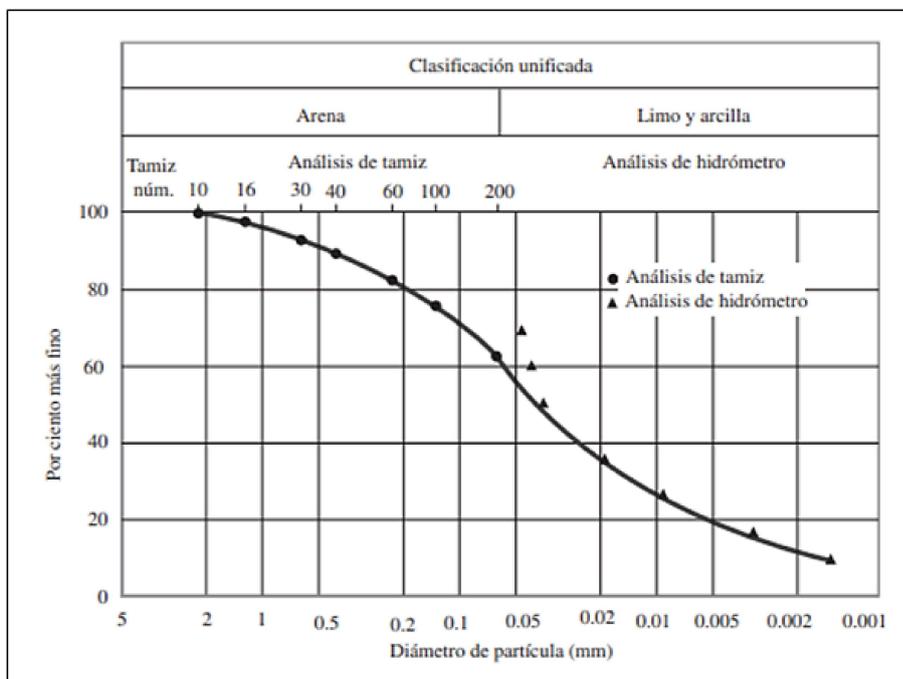
$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Este método identifica la granulometría efectiva y posibilita la clasificación del suelo según su uniformidad.

2.3.7.2. Gráfica del Análisis Granulométrico: Una vez obtenidos los porcentajes acumulados que pasan por cada tamiz (% Pasa), estos valores se representan en una hoja de gráfico semilogarítmico. En dicho gráfico, el eje vertical (ordenada) se traza con una escala aritmética para el porcentaje que pasa, mientras que el eje horizontal (abscisa) utiliza una escala logarítmica correspondiente al tamaño de abertura de los tamices en milímetros. Posteriormente, los puntos se conectan mediante una línea continua, dando lugar a lo que se conoce como curva de distribución del tamaño de partícula (Braja M., 2013).

Figura 15

Curva de distribución de tamaño de partícula: análisis de tamiz e hidrómetro



Nota. Adaptado de *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (p.39), por Braja M., 2013, Cengage Learning.

Según Braja M. (2013), “la curva de distribución de tamaño de partícula puede ser utilizada para comparar diferentes sólidos. A partir de estas curvas pueden determinarse también tres parámetros básicos de suelos que se usan para clasificar granularmente los suelos” (p. 40).

Los tres parámetros que se derivan de esta curva y que permiten una clasificación granulométrica de los suelos son:

- Tamaño efectivo (D_{10})
- Coeficiente de uniformidad (C_u)
- Coeficiente de curvatura o gradación (C_c)

Ejemplos de curvas granulométricas pueden indicar suelos bien o mal clasificados según la inclinación y forma de la curva. Esta clasificación resulta esencial en predicción de comportamiento mecánico y estabilidad de taludes en canales.

A. Tamaño efectivo

El diámetro efectivo, también conocido como D_{10} , representa el tamaño de partícula por debajo del cual se encuentra el 10 % del material más fino, según la curva de distribución granulométrica. Este valor es fundamental para evaluar la permeabilidad y comportamiento mecánico de los suelos, ya que influye directamente en parámetros como la capilaridad y la capacidad de filtración del material (Juárez Badillo, 2005).

B. Coeficiente de Uniformidad

El coeficiente de uniformidad (C_u) permite estimar la homogeneidad del tamaño de las partículas en una muestra de suelo. Se calcula mediante la Ecuación 9:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

C_u : Coeficiente de uniformidad.

D_{60} : Diámetro correspondiente al 60 % de partículas más finas.

D_{10} : Diámetro correspondiente al 10 % de partículas más finas.

Aunque el término sugiere uniformidad, en realidad C_u indica la no uniformidad del suelo: a menor valor de C_u , mayor homogeneidad. Según Juárez Badillo (2005), los materiales con un $C_u < 3$ se clasifican como suelos muy uniformes, lo que implica poca variación en el tamaño de sus partículas.

C. Coeficiente de Gradación

El coeficiente de gradación (C_c) ofrece información adicional sobre la distribución de tamaños intermedios en la muestra. Su expresión matemática se define como:

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

C_c : Coeficiente de gradación.

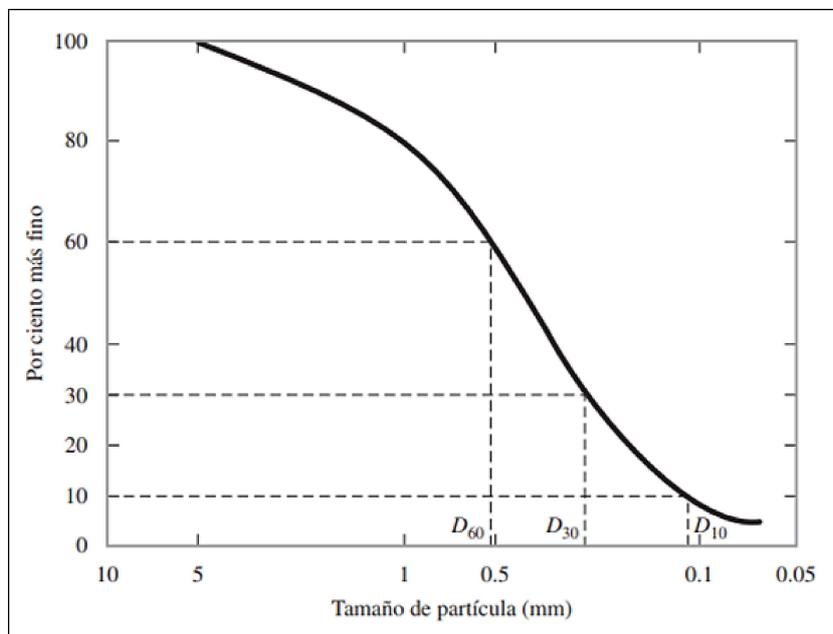
D_{30} : Diámetro que corresponde al 30 % de material más fino.

D_{10} y D_{60} : Ya definidos anteriormente.

La combinación de los valores de C_u y C_c permite clasificar adecuadamente los suelos. Un suelo se considera bien graduado (o bien clasificado) si $C_u > 4$ para gravas y $C_u > 6$ para arenas, además de un C_c entre 1 y 3 para ambos casos (Braja M. Das, 2013).

Figura 16

Representación gráfica de D_{10} , D_{30} y D_{60}



Nota. Adaptado de *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (p.40), por Braja M., 2013, Cengage Learning.

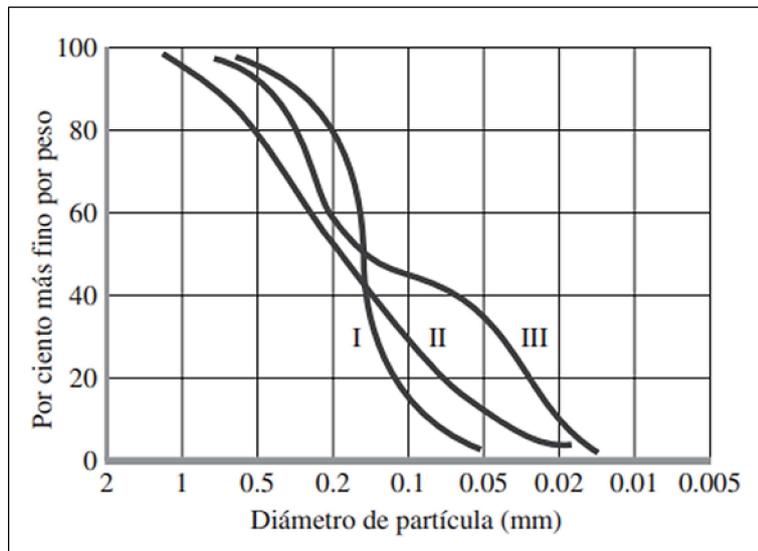
En la Figura 16 se observa los diámetros correspondientes al 10%, 30% y 60% más fino en la

curva de distribución de tamaño de partícula.

También se tiene la Figura 17 el cual muestra los diferentes tipos de curva granulométrica que se pueden graficar para cada material distinto como ejemplo.

Figura 17

Diferentes tipos de curva de distribución de tamaño de grano de partícula



Nota. Adaptado de *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (p.40), por Braja M., 2013, Cengage Learning.

En la Figura 17, se ilustran tres tipos de curvas granulométricas representativas de diferentes condiciones del suelo.

- La curva I representa un material cuyas partículas tienen tamaños muy similares, por lo que se denomina pobremente clasificado.
- La curva II muestra un suelo con amplia variabilidad en los tamaños de grano, lo cual permite considerarlo como bien clasificado, cumpliendo generalmente con los criterios de C_u y C_c antes señalados.
- La curva III combina características de ambas anteriores, indicando un suelo con mezclas de granulometrías uniformes y no uniformes.

Estas curvas son fundamentales en la ingeniería geotécnica, ya que permiten predecir comportamientos como la compactación, drenaje y resistencia al corte.

2.3.7.3.Estados de Consistencia del Suelo: Albert Atterberg introdujo los conceptos de límites de consistencia, observando que la plasticidad de los suelos, especialmente los arcillosos, no es una propiedad fija, sino que depende directamente de su humedad (Juárez Badillo, 2005, p. 127).

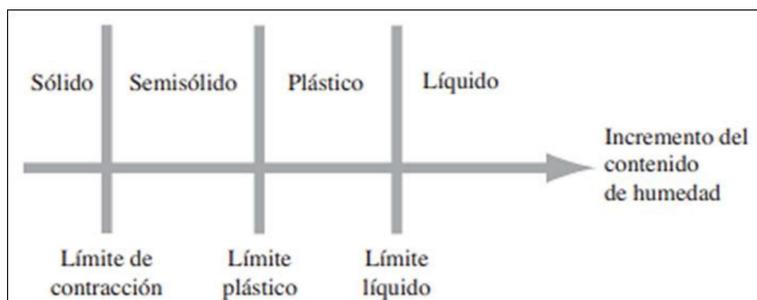
Estos límites, conocidos como límites de Atterberg, establecen tres estados principales de consistencia: Límite líquido (LL), Límite plástico (LP) y Límite de contracción (LC)

Estos parámetros no pueden deducirse a partir de la granulometría, sino que requieren ensayos específicos para determinar la plasticidad, es decir, la capacidad del suelo de deformarse sin romperse cuando está húmedo.

Según Das (2013), el suelo puede encontrarse en uno de cuatro estados en función de su contenido de humedad: sólido, semisólido, plástico o líquido. La determinación de estos estados permite prever la deformabilidad, estabilidad y capacidad de soporte del suelo en obras de ingeniería.

Figura 18

Límites de Attemberg



Nota. Adaptado de *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (p.64), por Braja M., 2013, Cengage Learning.

En la Figura 18, se visualizan gráficamente estos límites, definiendo las transiciones de estado a medida que varía el contenido de agua. La correcta interpretación de estos valores es vital para el diseño de cimentaciones, terraplenes, presas de tierra y otras obras que interactúan con

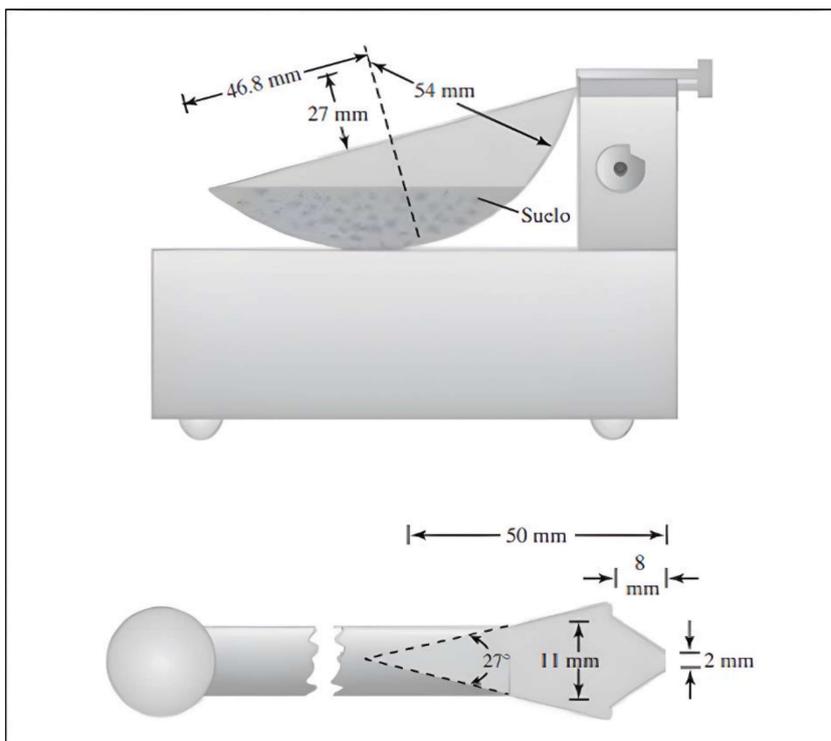
suelos cohesivos.

A. Límite líquido

Para calcular el límite líquido de un suelo, será necesario la utilización de un dispositivo completo de límite líquido (cuchara de Casagrande). Este dispositivo consiste en una copa esférica de metal y una base de caucho duro. La copa esférica de metal se elevará y se dejará soltar varias veces sobre la base de caucho mediante una manivela operada manualmente. Para determinar el límite líquido, se coloca el suelo en forma de pasta dentro de la copa y se realiza un corte central de la pasta, usando la herramienta de ranurado (ver Figura 19).

Figura 19

Dispositivo de límite líquido y herramienta de ranurado



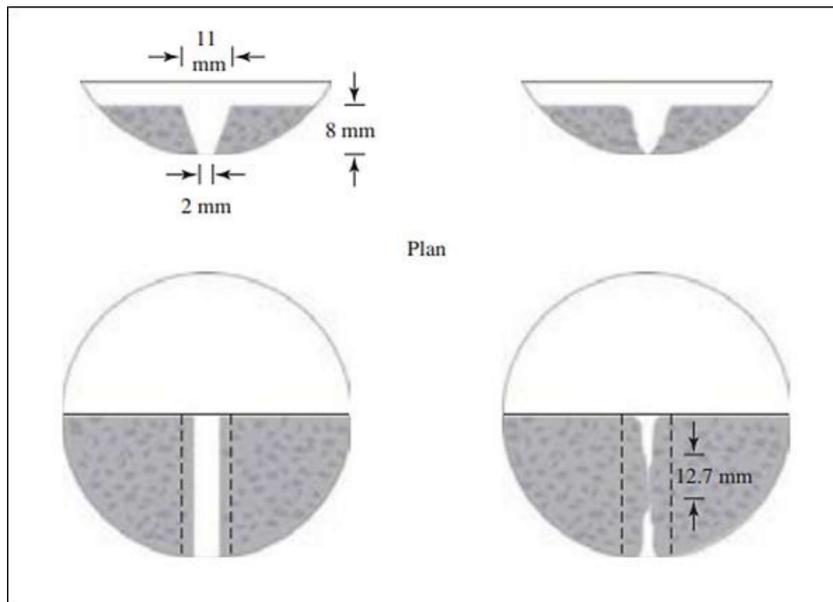
Nota. Adaptado de *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (p.66), por Braja M., 2013, Cengage Learning.

Durante el procedimiento, se coloca una muestra de suelo previamente amasada con agua dentro de la copa, y se le practica un corte longitudinal con una herramienta de ranurado específica. Posteriormente, la copa se deja caer desde una altura de 10 mm y se contabiliza el

número de golpes (N) necesarios para que las mitades de la muestra se junten a lo largo de una distancia de 12.7 mm en la base de la ranura. Cuando esto ocurre después de 25 golpes, el contenido de humedad correspondiente se considera como el límite líquido del suelo (Braja, 2013, MTC, 2016, p. 70).

Figura 20

Porción de suelo antes y después de la prueba



Nota. Adaptado de *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (p.66), por Braja M., 2013, Cengage Learning.

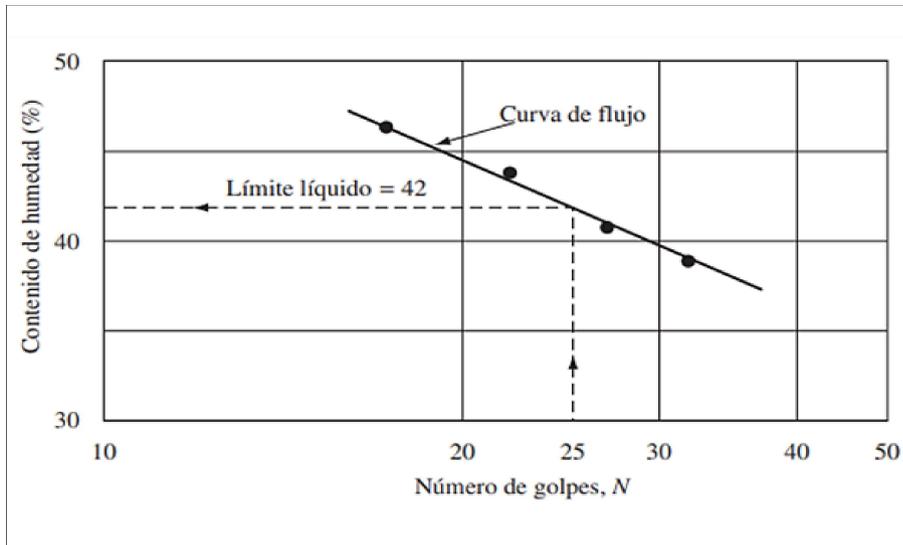
Es recomendable realizar como mínimo cuatro determinaciones con diferentes contenidos de humedad, de manera que el número de golpes varíe entre 15 y 35. Los resultados se grafican en papel semilogarítmico relacionando el contenido de agua con el logaritmo del número de golpes, obteniendo la denominada curva de flujo, que típicamente adopta una forma lineal. El valor de humedad correspondiente a 25 golpes se interpola gráficamente y se considera como el LL del suelo.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC, 2016) establece que se deben realizar tres ensayos adicionales con contenidos de humedad crecientes para obtener cierres a 25-35, 20-30 y 15-25 golpes respectivamente, con el fin de trazar correctamente la curva de

flujo y asegurar un valor representativo del límite líquido.

Figura 21

Curva de flujo para determinación del límite líquido



Nota. Adaptado de *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (p.67), por Braja M., 2013, Cengage Learning.

B. Límite plástico

El límite plástico (LP) representa la transición entre el estado plástico y el estado semisólido de un suelo. Se define como el menor contenido de humedad con el que se pueden moldear cilindros de suelo de 3.2 mm de diámetro sin que estos se desintegren. El procedimiento consiste en tomar una pequeña porción del suelo amasado y extenderla sobre una placa de vidrio esmerilado, mediante rodados manuales repetidos, hasta que se formen hilos delgados. Cuando el hilo comienza a desmoronarse al alcanzar el diámetro estipulado, se toma una muestra para la determinación del contenido de agua (Braja, 2013; MTC, 2016, p. 72).

El método especificado por el MTC (2016) recomienda tomar una muestra de aproximadamente 20 g que haya pasado el tamiz N.º 40 (0.425 mm), previamente preparada para el ensayo de límite líquido. Se toma entre 1.5 y 2.0 g de esa masa para formar hilos de prueba. Estas porciones se colocan en crisoles tarados y se secan al horno para determinar la humedad.

El valor del límite plástico se obtiene aplicando la Ecuación 11:

$$LP = \frac{M_W}{M_S} \quad (\text{Ecuación 11})$$

Donde:

LP = Límite Plástico

MW = Peso del agua, en gramos (g)

MS = Peso del suelo secado al horno, en gramos (g)

Figura 22

Prueba de límite plástico



Nota. Adaptado de *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (p.69), por Braja M., 2013, Cengage Learning.

El índice de plasticidad (IP) se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, conforme a la Ecuación 12:

$$IP = LL - LP \quad (\text{Ecuación 12})$$

Este parámetro es fundamental para clasificar la plasticidad del suelo, la cual incide directamente en su comportamiento mecánico, especialmente en su capacidad de deformarse sin agrietarse ni fracturarse.

Donde:

LL = Límite Líquido

LP = Límite Plástico

IP = Índice de Plasticidad

2.3.7.4. Contenido de Humedad: El contenido de humedad (W) de un suelo se refiere a la relación porcentual entre el peso del agua y el peso seco de las partículas sólidas del suelo. Este valor se determina secando una muestra de suelo húmedo en un horno controlado a una temperatura constante de 110 ± 5 °C, hasta alcanzar peso constante. La diferencia entre el peso húmedo inicial y el peso seco final corresponde al peso del agua evaporada (MTC, 2016, p. 49).

La fórmula para el cálculo del contenido de humedad es la siguiente (Ecuación 13):

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100 \quad (\text{Ecuación 13})$$

Donde:

W = Contenido de humedad, en porcentaje (%)

M_{CWS} = Peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos (g)

M_{CS} = Peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos (g)

M_C = Peso del contenedor, en gramos (g)

M_W = Peso del agua, en gramos (g)

M_S = Peso de las partículas sólidas, en gramos (g)

2.3.7.5. Clasificación de los Suelos: De acuerdo con Braja M. (2013), los suelos pueden ser agrupados en categorías específicas en función de sus propiedades físicas, tales como la granulometría y la plasticidad. Esta clasificación es crucial en proyectos de ingeniería civil para seleccionar correctamente los materiales de fundación y prever su comportamiento bajo carga. Los dos sistemas más ampliamente utilizados son: el Sistema de Clasificación AASHTO y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

A. Sistema de Clasificación AASHTO

El sistema AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) es uno de los más comunes en ingeniería de pavimentos y suelos de carretera. Clasifica los suelos en siete grupos principales: A-1 a A-7. Esta clasificación se basa en el porcentaje de material que pasa por el tamiz número 200 y en sus propiedades de plasticidad:

- Suelos granulares: A-1, A-2 y A-3 (menos del 35% pasa el tamiz N.º 200).
- Suelos finos: A-4 a A-7 (más del 35% pasa el tamiz N.º 200).

Cada grupo puede tener subgrupos específicos en función de parámetros como el límite líquido, el índice de plasticidad y la cantidad de finos presentes (MTC, 2016).

Tabla 10

Sistema de clasificación de suelos AASHTO

CLASIFICACION GENERAL	SUELOS GRANULARES 35% MÁXIMO QUE PASA POR TAMIZ DE 0.075mm (N° 200)							SUELOS FINOS MÁS DE 35% PASA POR EL TAMIZ DE 0.075mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico												
% que pasa por el tamiz de:												
2mm (N° 10)	máx. 50											
0.425mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	máx. 51									
F=0.075mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36
Características de la fracción que pasa el 0.45 (N° 40)												
Características de la fracción que pasa el tamiz (N° 40)												
LL: Límite Líquido				máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	mín. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11 (a)	mín. 11 (b)
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

(a) Índice de plasticidad del subgrupo A-7-5; es igual o menor que LL-30

(b) Índice de plasticidad del subgrupo A-7-6; es mayor que LL-30

- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:182-6 (3), A-4(5), A-7-5 (17), etc.
 $IG = (F-35) [0.2 + 0.005 (LL-40)] + 0.01 (F-15) / (IP-10)$

Nota. Adaptado de “Manual de Carreteras” Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (p.34), por Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014.

B. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

El sistema SUCS, desarrollado originalmente por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. y la ASTM, clasifica los suelos en dos grandes categorías: de grano grueso y de grano fino (Braja, 2013):

- Suelos de grano grueso: Constituidos por arenas (S) y gravas (G), con menos del 50% de partículas pasando el tamiz N.º 200.}
- Suelos de grano fino: Incluyen limos (M), arcillas (C) y materiales orgánicos (O), con más del 50% de partículas finas.

Para clasificar de mejor manera el tipo de suelo, se emplean los siguientes símbolos:

- W: bien graduado
- P: mal graduado
- M: limoso
- C: arcilloso
- L: baja plasticidad (límite líquido menor de 50)
- H: alta plasticidad (límite líquido mayor de 50)

A continuación, se presenta una tabla con el sistema de clasificación SUCS:

Tabla 11

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo	
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW	
		Menos de 5% finos ^a	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP	
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Gravas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM	
		Más de 12% finos ^{a,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC	
	Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^e	CL
			Orgánico	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^e	ML
Limos y arcillas Límite líquido 50 o más		Inorgánico	Límite líquido: secado $\frac{\text{Límite líquido: no secado}}{\text{Límite líquido: secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL	
		Orgánico	Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2) Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2)	CH MH	
Suelos altamente orgánicos		Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico	Límite líquido: secado $\frac{\text{Límite líquido: no secado}}{\text{Límite líquido: secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH	
				Pt	

Nota. Adaptado de Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (p.83), por Braja M., 2013, Cengage Learning.

Cuando el porcentaje de finos oscila entre 5% y 12%, se aplica una doble simbología como SP-SM o GW-GC, indicando que el suelo presenta características intermedias. Las fórmulas utilizadas para la determinación de parámetros granulométricos como el coeficiente de uniformidad y gradación son:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (\text{Ecuación 14})$$

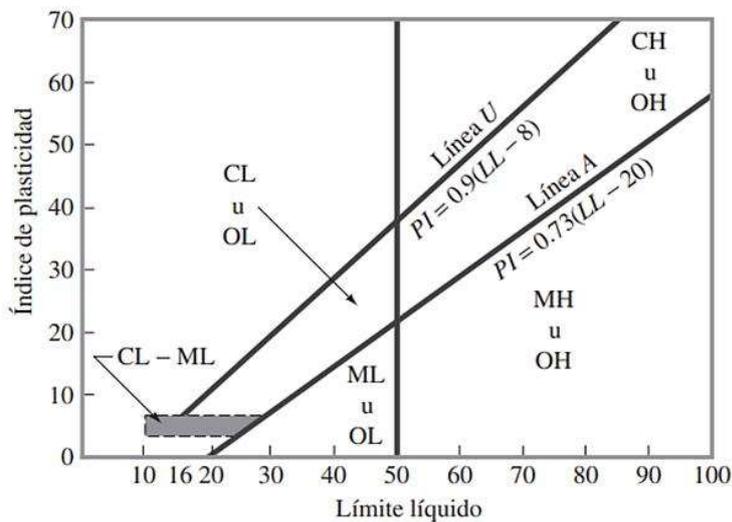
$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}} \quad (\text{Ecuación 15})$$

Estos parámetros permiten identificar si el suelo está bien o mal clasificado desde un punto de vista mecánico. El SUCS es particularmente útil para estudios geotécnicos, cimentaciones y diseño de estructuras de contención.

A las arenas pertenecientes a los suelos de grano grueso que poseen una cantidad de finos en el intervalo de entre 5% a 12%, SUSCS los cataloga como casos de frontera, por ello se les asigna una denominación doble. Tomando como ejemplo la denominación SP-SM, esta indica que el material se trata de una arena con mala gradación, teniendo entre 5% a 12% en finos compuestos por limos.

Dentro de los suelos finos tenemos: limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C), y por último, limos y arcillas orgánicas (O). De acuerdo a la tabla 11, si el L.L es inferior al 50%, se establece que posee baja compresibilidad y se le cataloga con la letra (L).

Si el L.L es 50% o más; el material posee una alta compresibilidad y se coloca (H). Cabe señalar que existe un grupo independiente denominado Pt, que contiene a los suelos con contenido orgánico muy alto, cuya característica principal es su extremada compresibilidad.

Figura 23
Gráfica de plasticidad


Nota. Adaptado de *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (p.84), por Braja M., 2013, Cengage Learning.

- Para las arenas pertenecientes a los suelos de grano gruesos con más de 12% de finos, si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 23, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.
- Para las limos y arcillas inorgánicos pertenecientes a los suelos de grano fino con más de 12% de finos, si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 23, se usa doble símbolo CL-CM.

2.3.8. Evaluación del canal de riego Tarao Chico

La evaluación de un canal de riego es un procedimiento crucial que requiere examinar y examinar minuciosamente diversos elementos físicos, materiales y operativos del canal. Es esencial para asegurar que opere correctamente y reparta el agua de forma eficaz. En este procedimiento, se examina la solidez física del canal, la condición de los materiales de edificación, la calidad del hormigón y el comportamiento hidráulico global del sistema (Wang, 2022).

2.3.8.1. Integridad Física del Canal La integridad física de un canal hace referencia a su estructura y a su habilidad para conservar su forma y operación sin contratiempos. Esto abarca verificar si existen fisuras, deformaciones u otros deterioros que puedan perjudicar su estructura. Por lo tanto, resulta crucial realizar revisiones regulares y detalladas, para identificar cualquier inconveniente antes de que se transforme en un problema de mayor envergadura (Nusantara y Hartiningsih, 2024).

Además, una investigación reciente enfatizó la relevancia de realizar una rehabilitación y un mantenimiento constante para optimizar el flujo y la eficacia de los canales (Ahmed et al., 2022). Esta valoración se enfoca en la condición de los materiales empleados en la edificación del canal, tales como el hormigón y los revestimientos. Es verdaderamente crucial garantizar que estos materiales no muestren señales de un deterioro significativo. La longevidad y resistencia de estos elementos son fundamentales para garantizar un buen funcionamiento del canal a largo plazo (Wang, 2022). Además, una investigación que exploró la optimización de sistemas de riego mediante algoritmos genéticos evidencia que la implementación de modelos ideales puede contribuir a disminuir la pérdida de agua y optimizar la utilización de los materiales de construcción (Ahmed et al., 2022).

Según Romero (2022), para obtener una comprensión más precisa de la condición física del canal, se identificaron y categorizaron diversas afecciones del hormigón. Entre estas situaciones se incluyen la erosión, el descascaramiento, la sedimentación, las fisuras, las grietas, el deterioro en el sellado de la junta, la eflorescencia, la oxidación y la flora.

Como patologías físicas se tienen a la siguiente:

- **Erosión:** Es el desgaste progresivo de la superficie debido a la acción de agentes externos como el agua, el viento o la abrasión mecánica. Este proceso desprende partículas del concreto por la fricción y el impacto continuo de elementos naturales o artificiales.

- **Descascaramiento:** Es el descascaramiento es la pérdida de capas o fragmentos de concreto de la superficie, generalmente causada por ciclos de congelación y descongelación, o la falta de adhesión interna debido a agentes climáticos.
- **Sedimento:** Se produce cuando partículas finas suspendidas en el agua se depositan en la superficie del concreto, formando una capa que afecta la integridad superficial.

Como patologías mecánicas se tienen a la siguiente:

- **Fisura:** Son aberturas finas en el concreto causadas por tensiones internas, cambios térmicos, o contracciones durante el secado, manifestándose como grietas lineales estrechas.
- **Grieta:** Son fracturas amplias y profundas que comprometen significativamente la integridad estructural del concreto, resultando de cargas excesivas, asentamientos o movimientos térmicos.
- **Daño del sello de junta:** Este daño ocurre cuando el material de sellado entre juntas de concreto se degrada, permitiendo la entrada de agua y contaminantes, y resultando en filtraciones y pérdida de integridad de las uniones.

Como patologías Químicas se tienen a la siguiente:

- **Eflorescencia:** Es la formación de depósitos cristalinos blancos en la superficie del concreto, causada por la migración de sales solubles desde el interior del material hacia la superficie por el agua.
- **Oxidación:** Se refiere a la corrosión de las armaduras de acero dentro del concreto debido a la exposición a la humedad y al oxígeno, comprometiendo la resistencia estructural.

Como patologías biológicas se tienen a la siguiente:

- **Vegetación:** Ocurre cuando plantas, musgos o algas comienzan a crecer en la superficie, deteriorando la estructura y promoviendo la retención de humedad,

umentando la porosidad y acelerando otros procesos de deterioro.

Según Romero (2022), para comprender y establecer los niveles de severidad de las patologías del concreto, se realizó un análisis detallado de cada tipo de deterioro. El resultado de este análisis se presenta en la siguiente tabla, que clasifica y describe cada patología.

Tabla 12

Patologías del concreto

Patologías	Nivel de Severidad	Especificaciones del Nivel de Severidad
Erosión	Leve	Cuando el deterioro del elemento afecta menos del 20% de la longitud del tramo de la sección, comprendido entre las juntas de construcción del canal.
	Moderado	Cuando el deterioro del elemento afecta entre el 20% y el 60% de la longitud del tramo de la sección, comprendido entre las juntas de construcción del canal.
	Severo	Cuando el deterioro del elemento afecta más del 60% de la longitud del tramo de la sección, comprendido entre las juntas de construcción del canal.
Descascaramiento	Leve	El descascaramiento ligero no deja expuesto el agregado grueso
	Moderado	El descascaramiento expone el agregado y puede causar pérdidas de hasta 2/8 a 3/8 de pulgada (3 mm a 20 mm) del mortero superficial.
	Severo	El descascaramiento predomina en la mayor parte de la superficie, resultando en la pérdida del mortero y dejando el agregado claramente expuesto y sobresaliente.
Sedimento	Leve	Ocurre cuando los materiales que transitan por la caja del canal afectan menos del 20% de la longitud total del canal.
	Moderado	Ocurre cuando los materiales que transitan por la caja del canal afectan entre el 20% y el 30% de la longitud total del canal.
	Severo	Ocurre cuando los materiales que transitan por la caja del canal afectan más del 30% de la longitud total del canal.
Fisura	Leve	Las fisuras menores a 0.05 mm generalmente carecen de importancia.
	Moderado	Las fisuras, incluso en ambientes agresivos, son poco peligrosas cuando tienen un tamaño mayor a 0.05 mm y menor o igual a 2.5 mm
	Severo	Fisuras que pueden tener repercusiones estructurales cuando los anchos son mayores a 2.5 mm y menores o iguales a 2.6 mm.
Grieta	Leve	Grietas con un ancho mayor a 2.60 mm y menor o igual a 2.00 mm.

	Moderado	Grietas con un ancho mayor a 2.00 mm y menor o igual a 4.00 mm.
	Severo	Grietas con un ancho mayor a 4.00 mm.
Daño del sello de junta	Leve	Cuando se va perdiendo el sello de junta parcialmente, afectando menos del 20% de su longitud y no hay infiltración de agua.
	Moderado	Cuando la pérdida del sello está entre el 20% y el 40% de su longitud y existe infiltración de agua.
	Severo	Cuando la pérdida del sello es mayor al 40% de su longitud y existe infiltración de agua.
Eflorescencia	Leve	Leves eflorescencias de color blanco y pardusco, con presencia leve de humedad y pequeñas manchas producidas por la cristalización de sales que migran por capilaridad.
	Moderado	Humedad y cristalizaciones de sales que ocasionan daños a la integridad del elemento, migrando por capilaridad.
	Severo	Abundante humedad con presencia de cristalizaciones de sales que ocasionan daños como la desintegración del elemento y pequeñas erosiones, migrando por capilaridad.
Oxidación	Leve	No existe desprendimiento del acero porque está en los inicios de oxidación y corrosión del material del concreto.
	Moderado	Acero oxidado y corroído con desprendimiento parcial del material del concreto.
	Severo	Acero totalmente oxidado y corroído, con un mayor desprendimiento del material del concreto.
Vegetación	Leve	Ocurre cuando el deterioro del área afecta menos del 40% del tramo de la sección.
	Moderado	Ocurre cuando el deterioro del área afecta entre el 40% y el 60% del tramo de la sección.
	Severo	Ocurre cuando el deterioro del área afecta más del 60% del tramo de la sección.

Nota. De " Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Cachipampa entre las progresivas 0+000 al 2+000 del centro poblado de Mariam, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Áncash," por Romero, 2022, p. 3.

2.3.8.2. Calidad del Concreto: Es crucial para la durabilidad y la eficiencia del canal.

Se analiza la resistencia, la permeabilidad y cualquier defecto en el concreto que pueda influir en la pérdida de agua o la estabilidad estructural. Factores como la composición del concreto, el tiempo de curado y las condiciones ambientales durante su aplicación son determinantes en esta evaluación (Kazem et al., 2024). En algunas investigaciones, se ha evaluado la calidad del hormigón mediante métodos preferidos de pruebas no destructivas, con el objetivo de asegurar su integridad (Wang, 2022).

2.3.8.3. Características Hidráulicas: Estos atributos comprenden la relevancia de que el canal pueda llevar agua de forma eficaz, minimizando al mínimo las pérdidas por filtración, evaporación y otros tipos de diseño.

Para lograrlo, se examinan factores como la corriente, la rapidez del agua y la eficacia en la conducción. Es crucial que el diseño del canal facilite un flujo de agua uniforme y estable, pues de esta manera se previene la erosión y se garantiza una adecuada repartición del recurso acuático (Wanyama y Bwambale, 2024). En la evaluación de diferentes modelos de distribución de agua en el canal de Fengqigou, se encontró que los modelos de irrigación continua y rotacional tienen ventajas específicas en términos de duración total de la distribución y pérdida de agua (Zhang et al., 2023).

Es esencial realizar revisiones y mantenimiento de forma constante para garantizar un buen funcionamiento del sistema de riego a largo plazo. Si identificamos problemas oportunamente e implementamos las soluciones adecuadas, podemos prevenir errores más graves y asegurar el funcionamiento eficaz del canal (Jagtap et al., 2029; Nusantara y Hartiningsih, 2024).

Metodologías de Evaluación

- **Inspección Visual:** Es un método fundamental que nos permite identificar daños visibles, tales como fisuras, erosión, sedimentación e incluso la existencia de plantas invasoras que podrían estar obstaculizando el flujo del agua. Esta modalidad de revisión

es esencial para identificar de manera oportuna cualquier inconveniente que pueda comprometer la integridad del canal (Kazem et al., 2024).

- **Pruebas No Destructivas (PND):** Estas pruebas, como el ultrasonido y la termografía, son excelentes ya que facilitan el examen de la condición interna de los materiales sin causar daño. Las PND son particularmente útiles para identificar fallos que se encuentran escondidos y no son perceptibles a simple vista, lo que nos permite obtener una percepción más precisa del estado del canal (Kazem et al., 2024).
- **Modelado Hidráulico:** El uso de programas de modelado hidráulico es un método eficaz para simular el comportamiento del agua en un canal. Esto nos ayuda en la detección de problemas y en la optimización del diseño. Por ejemplo, instrumentos como el programa NSGA-II se han utilizado para perfeccionar la distribución del agua y optimizar el funcionamiento del canal (Wang, 2022). La modelación hidráulica es esencial para analizar el funcionamiento de los sistemas de riego, además nos facilita la toma de decisiones más fundamentadas respecto a su administración y conservación (Fan et al., 2024).

2.3.9. Propuesta de mejora

La propuesta de mejora para la evaluación de canales de riego se centra en optimizar la eficiencia hidráulica y la durabilidad del sistema de riego mediante diversas estrategias técnicas y de gestión. Estas mejoras abordan los desafíos actuales y aseguran una distribución equitativa y sostenible del agua para las actividades agrícolas. Las estrategias propuestas incluyen:

- Implementar sistemas de automatización para el control de compuertas y la regulación del flujo de agua en los canales. La automatización puede mejorar significativamente la eficiencia operativa al ajustar automáticamente los niveles de agua y las tasas de flujo según las necesidades actuales (Pandey et al., 2024).
- Utilizar modelos matemáticos avanzados que integren el nivel de agua y la apertura de

las compuertas para optimizar la descarga y minimizar las pérdidas. Estos modelos pueden proporcionar una mayor precisión en la estimación de los niveles de agua y en la predicción del comportamiento del canal bajo diversas condiciones operativas (Pandey et al., 2024).

- Seleccionar materiales de construcción de alta calidad y durabilidad para los revestimientos de los canales, asegurando que estos materiales sean resistentes a la erosión, la permeabilidad y otros factores que puedan comprometer la integridad del canal (Kazem et al., 2024).
- Implementar técnicas de pruebas no destructivas (PND) para evaluar y monitorear continuamente la condición de los materiales de construcción, identificando y corrigiendo defectos antes de que se conviertan en problemas mayores (Kazem et al., 2024).
- Utilizar software de modelado hidráulico para simular el comportamiento del agua dentro del canal y optimizar el diseño del sistema de riego. Herramientas como el software NSGA-II pueden ayudar a optimizar la distribución del agua y mejorar la eficiencia operativa del canal (Wang, 2022).
- Incorporar modelos de control predictivo y de sensibilidad hidráulica para ajustar dinámicamente las operaciones del canal en respuesta a cambios en las condiciones de flujo y demanda (Fan et al., 2024).
- Desarrollar un plan de mantenimiento periódico que incluya la limpieza regular de sedimentos, la inspección visual y el ajuste de compuertas y otros componentes críticos del canal (Ahmed et al., 2022).
- Implementar programas de rehabilitación para renovar y actualizar los sistemas de canales antiguos, asegurando que se mantengan en condiciones óptimas de funcionamiento. Esto puede incluir la reconstrucción de secciones dañadas y la

actualización de equipos obsoletos (Ahmed et al., 2022).

- Establecer sistemas de monitoreo en tiempo real para la gestión de los recursos hídricos, utilizando sensores y tecnologías IoT para recopilar datos sobre los niveles de agua, las tasas de flujo y las condiciones meteorológicas (Wanyama y Bwambale, 2024).
- Implementar políticas de gestión del agua que promuevan el uso eficiente y sostenible del recurso, incentivando prácticas agrícolas que reduzcan el consumo de agua y mejoren la eficiencia del riego (Wanyama y Bwambale, 2024).

2.3.9.1. Parámetros Básicos de Diseño Para lograr la máxima eficiencia hidráulica, es crucial considerar los siguientes parámetros básicos de diseño:

- **Velocidad:** Mantener una velocidad de flujo óptima que minimice la erosión y la sedimentación, asegurando una entrega eficiente del agua, y previniendo la formación de depósitos que podrían obstruir el flujo (Wanyama y Bwambale, 2024).
- **Pendiente:** Diseñar la pendiente del canal para proporcionar un flujo uniforme y evitar problemas de erosión o sedimentación, lo que asegura la estabilidad del canal y una eficiente conducción del agua (Ahmed et al., 2022).
- **Talud:** Determinar el ángulo del talud adecuado para asegurar la estabilidad estructural del canal y prevenir deslizamientos, garantizando así la seguridad y durabilidad del sistema de riego (Kazem et al., 2024).
- **Coefficiente de Rugosidad:** Evaluar y optimizar el coeficiente de rugosidad para mejorar el flujo hidráulico, reduciendo las pérdidas por fricción y asegurando un flujo constante y eficiente (Fan et al., 2024).
- **Borde Libre:** Mantener un borde libre adecuado para evitar desbordamientos y asegurar la capacidad de almacenamiento en condiciones de flujo máximo, protegiendo las estructuras adyacentes (Pandey et al., 2024).
- **Ancho de Corona:** Diseñar el ancho de la corona para proporcionar la capacidad de flujo

necesaria y permitir el acceso para el mantenimiento, garantizando la operatividad y facilidad de reparación del canal (Ahmed et al., 2022).

- **Profundidad Total:** Asegurar una profundidad suficiente para manejar el flujo de diseño y prevenir la exposición de los revestimientos, evitando daños estructurales y pérdidas por evaporación (Kazem et al., 2024).
- **Espesor de Revestimiento:** Seleccionar un espesor de revestimiento adecuado para proteger la estructura del canal y minimizar las pérdidas por filtración, prolongando la vida útil del canal (Kazem et al., 2024).
- **Juntas:** Diseñar juntas adecuadas para permitir la expansión y contracción del revestimiento sin causar daños, asegurando la integridad estructural y la durabilidad del canal (Fan et al., 2024).

2.3.9.2. Diseño Hidráulico El diseño hidráulico debe considerar las características geométricas del canal, el tipo de flujo y el diseño de obras de arte:

- **Características Geométricas del Canal:** Diseñar la geometría del canal para optimizar el flujo y minimizar las pérdidas de energía, asegurando una conducción eficiente y efectiva del agua (Wang, 2022).
- **Tipo de Flujo en el Canal:** Evaluar y ajustar el diseño según el tipo de flujo (laminar o turbulento) para maximizar la eficiencia hidráulica, adaptándose a las condiciones específicas del terreno (Fan et al., 2024).
- **Diseño de Obras de Arte:** Incluir el diseño de estructuras auxiliares como compuertas, vertederos y sifones para mejorar la gestión del flujo y la distribución del agua, asegurando un control preciso del recurso (Ahmed et al., 2022).

2.3.10. Términos Metodológicos

- Investigación de enfoque mixto:
Según Arias y Corvinos (2022), proporciona una comprensión más completa del fenómeno

de estudio, permitiendo que las fortalezas de ambos enfoques se complementen y compensen las limitaciones inherentes a cada uno, de manera que los datos cuantitativos ofrezcan una visión general y medible de una situación, mientras que los datos cualitativos profundicen en las percepciones, significados y experiencias individuales relacionadas con dicha situación, siendo este enfoque especialmente útil cuando se busca explorar un fenómeno en profundidad al tiempo que se mide su alcance o impacto.

- Investigación aplicada:

Según Arias y Corvinos (2022), investigación aplicada tiene como propósito principal generar soluciones concretas y útiles para situaciones del mundo real, abarcando campos como la ingeniería, la medicina, la educación o la economía, entre otros, caracterizándose por su orientación hacia la práctica y la utilidad, con el objetivo directo de mejorar procesos, desarrollar nuevas tecnologías, optimizar sistemas o resolver problemas específicos que afectan a individuos, organizaciones o comunidades, resultando esencial para el desarrollo tecnológico y la innovación, pues traduce los descubrimientos científicos en aplicaciones tangibles que pueden ser implementadas y evaluadas en contextos reales.

- Nivel de investigación descriptivo:

Según Arias y Corvinos (2022), se enfoca en describir "cómo es" o "cómo se presenta" una situación sin necesariamente explicar las causas o relaciones entre las variables involucradas, por lo tanto, en una investigación descriptiva, el investigador se concentra en observar y recolectar información precisa y detallada sobre el objeto de estudio, ya sea mediante encuestas, entrevistas, observación directa o análisis de registros existentes, entre otras técnicas, aunque no busca establecer relaciones causales, este tipo de investigación es fundamental para proporcionar una comprensión clara y completa de las características y dimensiones de lo que se está estudiando, sirviendo muchas veces como base para investigaciones más profundas o exploratorias.

2.4. Definición de Términos

2.4.1. *Canal*

Estructura hidráulica artificial o natural que permite la conducción del agua desde una fuente hasta un punto de utilización, ya sea para riego, abastecimiento, drenaje u otros fines. Su diseño considera parámetros como sección transversal, pendiente y rugosidad (Chow, 1959).

2.4.2. *Hidráulica*

Rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en movimiento y reposo, aplicando principios fundamentales como la conservación de masa, energía y cantidad de movimiento (Streeter & Wylie, 1998). En ingeniería civil, es esencial para diseñar sistemas de conducción, almacenamiento y control de aguas.

2.4.3. *pH*

Medida del grado de acidez o alcalinidad de una solución, expresada en una escala que va de 0 a 14. Valores menores a 7 indican acidez, y mayores a 7, alcalinidad. En suelos y agua, el pH influye en la solubilidad de nutrientes y la estabilidad de las estructuras (Ministerio del Ambiente, 2015).

2.4.4. *Ecuación de Continuidad*

Principio fundamental de la hidráulica que establece que, en un sistema cerrado, el caudal (Q) se conserva, es decir: $Q = A \cdot V$, donde A es el área de la sección transversal y V es la velocidad del flujo. Esta ley se deriva de la conservación de la masa (Chaudhry, 2008).

2.4.5. *Pendiente*

Relación entre la diferencia de alturas (desnivel) y la distancia horizontal entre dos puntos, expresada comúnmente en porcentaje o en forma decimal. En canales influye en la velocidad del flujo y en las pérdidas de energía (Guía del MTC, 2020).

2.4.6. *Cuenca*

Unidad hidrográfica delimitada por divisorias topográficas, dentro de la cual toda el agua

superficial converge hacia un punto común de salida. Su análisis es esencial para la gestión integral de recursos hídricos (ANA, 2017).

2.4.7. ANA (Autoridad Nacional del Agua)

Entidad técnica y normativa adscrita al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú, encargada de regular, proteger y gestionar los recursos hídricos del país, conforme al marco legal vigente (ANA, 2023).

2.4.8. Pérdidas por Infiltración

Cantidad de agua que se filtra desde un canal o sistema de riego hacia el suelo subyacente. Estas pérdidas dependen de factores como el tipo de suelo, el revestimiento del canal y el tiempo de permanencia del agua (FAO, 2006).

2.4.9. Recurso Hídrico

Cuerpo de agua superficial o subterráneo que puede ser aprovechado para consumo humano, agrícola, industrial o ambiental. Su gestión sostenible es vital frente a la creciente demanda y variabilidad climática (ANA, 2023).

2.4.10. Ciclo Hidrológico

Proceso continuo de circulación del agua en la Tierra, que incluye la evaporación, condensación, precipitación, infiltración y escorrentía. Es la base del estudio de la hidrología aplicada (Ward & Robinson, 2000).

2.4.11. Concreto

Material compuesto utilizado en la construcción, formado por una mezcla de cemento, agua, agregados finos y gruesos, que al endurecerse adquiere gran resistencia mecánica. Su durabilidad depende de factores como la calidad de los materiales y el curado (Neville, 2012).

2.4.12. Calicata

Excavación de dimensiones reducidas que se realiza en el terreno con el fin de observar directamente la estratigrafía del suelo. Su análisis permite conocer la resistencia, humedad,

textura y otras características esenciales para el diseño geotécnico (Rodríguez & Salazar, 2010).

2.5. Marco Normativo

Para la presente investigación se toma como base legal y técnica un conjunto de normas y documentos oficiales que orientan el diseño, ejecución y evaluación de proyectos hidráulicos e infraestructurales en el Perú. Entre los principales se consideran:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE): El RNE es el documento técnico–normativo que regula el planeamiento, diseño y ejecución de obras civiles en el Perú. Entre sus disposiciones relevantes se encuentran la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones”, que define criterios para la caracterización de suelos y diseño de cimentaciones, y la Norma Técnica E.060 “Concreto Armado”, que establece requisitos para el dimensionamiento y construcción de elementos estructurales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2006).
- Normas de diseño hidráulico del MTC: El MTC define criterios técnicos para el diseño de canales, obras de drenaje y estructuras hidráulicas asociadas a la infraestructura vial. Estas normas contemplan aspectos como escorrentía, pendientes y capacidad de conducción, asegurando la funcionalidad y seguridad de las obras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2020).
- Normas ASTM e ISO: En el ámbito de los ensayos de laboratorio y la caracterización de suelos y materiales de construcción, se consideran de referencia internacional las normas ASTM e ISO. La ASTM D4318 establece el procedimiento para la determinación de los límites de Atterberg (límites líquido y plástico), parámetros que permiten definir el comportamiento y consistencia de los suelos finos. La ASTM D422, por su parte, regula el método de análisis granulométrico por tamizado e hidrómetro, fundamental para la clasificación de suelos en función de la distribución de tamaños de

partículas. Estas disposiciones son complementadas con estándares equivalentes de la Organización Internacional de Normalización (ISO), los cuales garantizan uniformidad en los procesos de ensayo y comparabilidad de resultados en el ámbito académico y profesional. El uso de estas normas asegura confiabilidad en la caracterización de materiales, facilitando la toma de decisiones en proyectos de infraestructura.

- **Legislación sobre recursos hídricos:** La gestión de los recursos hídricos en el Perú se encuentra enmarcada por la Ley de Recursos Hídricos (Ley N.º 29338) y su reglamento. Esta normativa establece el marco legal e institucional para el aprovechamiento sostenible del agua, bajo los principios de gestión integrada y uso equitativo entre los diversos sectores. Se reconoce el agua como un bien de carácter patrimonial de la Nación y se regulan aspectos relacionados con la planificación de cuencas hidrográficas, priorización de usos, protección de fuentes y control de la contaminación. La ley busca garantizar la disponibilidad del recurso en calidad y cantidad adecuadas para la población, la producción y el ambiente, promoviendo una visión integral y sostenible del recurso (Congreso de la República del Perú, 2009).
- **Normativa de la Autoridad Nacional del Agua (ANA):** La Autoridad Nacional del Agua (ANA), como ente rector del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, emite reglamentos, directivas y guías técnicas que complementan la legislación vigente en materia de agua. Dentro de sus funciones, destacan la formulación de lineamientos para el uso racional del recurso, la evaluación y monitoreo de fuentes hídricas superficiales y subterráneas, así como la regulación de procedimientos administrativos para la obtención de derechos de uso de agua. La ANA también establece criterios técnicos para la elaboración de estudios hidrológicos e hidráulicos, así como metodologías para la medición y control de caudales, asegurando que la explotación del recurso hídrico se realice de manera sostenible y en armonía con el medio ambiente.



CAPÍTULO
III

Metodología

Capítulo III: METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de la investigación

Según Arias y Corvinos (2022), una investigación con enfoque mixto combina elementos de enfoques cualitativos y cuantitativos en un solo estudio, integrando la recolección, análisis e interpretación de datos cualitativos, como entrevistas, observaciones o análisis de contenido, junto con datos cuantitativos, como encuestas, experimentos o análisis estadísticos,

La investigación presentó un enfoque mixto, ya que combinó métodos cuantitativos y cualitativos para lograr una comprensión integral y desarrollar propuestas de mejora efectivas.

Por un lado, se recolectaron datos cuantitativos mediante la medición de la resistencia del concreto y las características hidráulicas del canal, utilizando ensayos de esclerometría y caudalímetros. También se recolectaron datos cualitativos, como observaciones sobre la integridad física del canal, incluyendo aspectos como erosión, fisuras y grietas, así como los materiales de construcción, considerando eflorescencia y oxidación, a través de fichas de observación detalladas. Estas observaciones de campo permitieron identificar problemas que no podían ser capturados únicamente con datos numéricos.

Para el desarrollo de las propuestas de mejora, se utilizaron simulaciones computacionales y cálculos técnicos que optimizaron el nuevo diseño del canal. El enfoque mixto de la investigación permitió combinar la precisión de los datos cuantitativos con la profundidad de las percepciones cualitativas, asegurando resultados más válidos, fiables y aplicables. Esta combinación de métodos garantizó una evaluación exhaustiva y el desarrollo de soluciones prácticas y sostenibles para mejorar el canal de riego Tarao Chico.

3.2. Método de la investigación

Según Arias y Covinos (2022), la investigación aplicada es un tipo de investigación que se centra en resolver problemas prácticos y específicos mediante la aplicación de conocimientos teóricos y científicos, a diferencia de la investigación básica que busca ampliar el conocimiento

general sin un objetivo inmediato de aplicación práctica.

La investigación fue aplicada porque se centró en resolver problemas específicos del canal de riego Tarao Chico. Se midió la resistencia del concreto y las características hidráulicas, y se realizaron observaciones de campo para evaluar su integridad. Con estos datos, se desarrollaron propuestas de mejora mediante simulaciones computacionales y cálculos técnicos, que fueron diseñadas para ser implementadas en la práctica y mejorar la eficiencia del canal.

Según Arias y Covinos (2022), el nivel o alcance de investigación descriptivo se refiere a un tipo de estudio que tiene como objetivo principal detallar y documentar las características, comportamientos o fenómenos de una población, situación o evento específico.

El nivel de la investigación fue descriptivo porque se detalló y caracterizó el estado actual del canal de riego Tarao Chico. Se midieron las propiedades del concreto y las características hidráulicas. Se documentaron la erosión, fisuras, grietas, eflorescencia y oxidación. Además se llevaron a cabo observaciones de campo para identificar problemas adicionales. Estas acciones describieron de manera detallada la situación del canal, proporcionando una base para desarrollar propuestas de mejora.

3.3. Diseño de la investigación

La investigación no experimental descriptiva se basa en la observación sistemática de fenómenos en su entorno natural sin manipular las variables. Este diseño permite la recolección de datos que describen con precisión las características de una población o situación, siendo útil en estudios donde no es posible o ético alterar las condiciones naturales (Arias y Covinos (2022)).

El diseño fue no experimental y transversal porque no se modificó ninguna variable y solo describió la situación en un momento único. No se intervino directamente en las condiciones del canal de riego: únicamente observamos y registramos su estado tal como se encontraba en ese instante. Además, se reunió toda la información durante un único período de recolección

de datos, sin prolongarla en el tiempo, lo que permitió capturar la realidad del canal en ese momento específico. Con ello, ofrecimos una “fotografía” de la situación, sin alterar o manipular las condiciones existentes.

3.3.1. Población

Según Arias y Covinos (2022), la población se define como un conjunto finito o infinito de sujetos con características similares, delimitados por el investigador según la definición formulada en el estudio. Los términos población y universo pueden usarse indistintamente, ya que ambos comparten las mismas características.

La población de la investigación fue todo el tramo al canal Taro Chico desde la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.

3.3.2. Muestra

Según Arias y Covinos (2022), una muestra censal es aquella en la que todos los individuos de la población son seleccionados para participar en el estudio. En otras palabras, no se toma una muestra parcial de la población, sino que se incluye a cada uno de sus miembros, lo que permite obtener datos precisos y completos de toda la población en cuestión. Este enfoque se utiliza especialmente en situaciones donde la población es pequeña o cuando se busca obtener un nivel máximo de precisión en los resultados.

En esta investigación se aplicó una muestra censal que incluyó todos los tramos del canal de riego Taro Chico, abarcando desde la progresiva 0+000 hasta la 2+000, optándose por este muestreo debido a la necesidad de evaluar exhaustivamente la infraestructura del canal en su totalidad, ya que las deficiencias estructurales y problemas en la calidad del concreto podrían afectar cualquier tramo, por lo que al incorporar todos los tramos en el estudio se garantiza una evaluación completa y precisa, permitiendo identificar y abordar de manera integral las áreas que requieren mejoras para optimizar la distribución del agua y, en consecuencia, la productividad agrícola local.

3.4. Operacionalización o categorización de las variables de estudio

3.4.1. Variable Independiente

Evaluación del canal de riego Tarao Chico

3.4.2. Variable dependiente

Propuesta de mejora

3.4.3. Definición Conceptual

La variable independiente, definida como la evaluación del canal de riego Tarao Chico, se concibe conceptualmente como un proceso integral que abarca la revisión y análisis detallado de diversos aspectos físicos, materiales y operativos del canal para asegurar su eficiencia y funcionalidad en la distribución de agua, incluyendo la valoración de la integridad física del canal, la condición de los materiales de construcción, la calidad del concreto y las características hidráulicas del sistema (Wang,2022).

La variable dependiente, definida como la propuesta de mejora, se conceptualiza como un enfoque que busca optimizar la eficiencia hidráulica y la durabilidad del sistema de riego mediante diversas estrategias técnicas y de gestión, abordando los desafíos actuales para asegurar una distribución equitativa y sostenible del agua destinada a las actividades agrícolas (Wang,2022).

3.4.4. Definición Operacional

Variable Independiente: Operacionalmente, para evaluar el canal de riego Tarao Chico, se utilizará una ficha de observación que permitirá determinar la integridad física, la calidad del concreto y las características hidráulicas del sistema

Variable Dependiente: Operacionalmente, desarrollo de un nuevo diseño del canal basado en parámetros básicos de diseño y la evaluación de la condición actual del canal.

3.4.5. Dimensiones

Para la variable independiente, que fue la Evaluación del Canal de Riego Taro Chico, se consideraron las siguientes dimensiones y sus respectivos indicadores, con las escalas de medición correspondientes:

- La Integridad Física del Canal incluyó indicadores como el estado general de la estructura, la presencia de fisuras y la estabilidad del canal. Los instrumentos utilizados fueron fichas de observación, con una escala de medición tipo razón para capturar datos cuantificables, como la extensión de las fisuras o la cantidad de secciones deterioradas.
- La Calidad del Concreto se midió evaluando la resistencia y durabilidad del concreto, con indicadores como la uniformidad del material, la presencia de deterioro por agentes externos y la adherencia en las juntas. Este análisis se realizó mediante fichas de observación y pruebas específicas, con una escala de medición tipo razón para los datos cuantitativos y nominal para aspectos cualitativos, como la clasificación del estado del concreto.
- Las Características Hidráulicas del Sistema incluyeron la evaluación de la eficiencia en la distribución del agua, la capacidad de flujo y la resistencia hidráulica. Los indicadores incluyeron la velocidad del agua, la pendiente del canal y el coeficiente de rugosidad, entre otros. Los instrumentos utilizados fueron fichas de observación y software especializado, con una escala de medición tipo razón para los cálculos precisos de variables hidráulicas.

Para la variable dependiente, que fue la Propuesta de Mejora del Canal de Riego, se consideraron las siguientes dimensiones, indicadores y escalas de medición:

- La primera dimensión se centró en los Parámetros Básicos de Diseño, donde se analizaron indicadores como la velocidad del agua, la pendiente del canal, el talud, el coeficiente de rugosidad, el borde libre, el ancho de corona, la profundidad total y el

espesor de revestimiento, utilizando fichas de observación como instrumento de medición y empleando una escala de razón para captar las mediciones cuantitativas precisas de cada uno de estos elementos.

- La segunda dimensión se enfocó en el Diseño Hidráulico, que abarcó aspectos más específicos del canal, como las juntas, las características geométricas del canal, el tipo de flujo en el canal y el diseño de obras de arte. Estos aspectos se evaluaron utilizando el software H-Canales y AutoCAD, con una escala nominal para clasificar y analizar los diferentes tipos de diseños propuestos.

3.5. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

Arias y Corvinos (2022) señalaron que la observación directa y las fichas de observación son herramientas eficaces para documentar características específicas de los materiales estudiados, garantizando precisión y detalle en la recolección de datos.

En la investigación se empleó la observación directa como técnica y fichas de observación como instrumentos.

- Fichas de observación para evaluar la estructura existente del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.
- Fichas de observación para determinar la calidad del concreto y características hidráulicas del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.

3.6. Técnicas de análisis de resultados

En la evaluación de la estructura existente del canal, se realizó un análisis descriptivo que permitió organizar y presentar los resultados derivados de la inspección visual, utilizando tablas de frecuencia, gráficos y porcentajes para representar el estado de conservación del canal. Este análisis permitió resumir la calidad del material y detectar cualquier variación significativa entre las muestras.

En cuanto a la propuesta de un nuevo diseño del canal, se llevó a cabo un análisis de simulación y proyección, cuyos resultados se interpretaron para comparar el diseño actual con las alternativas propuestas en términos de eficiencia y sostenibilidad.



CAPÍTULO
IV

**Resultados y
Discusión**

Capítulo IV: RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación de resultados

4.1.1 *Evaluar la estructura existente del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.*

En la tabla 13, se expuso la integridad física de la estructura existente del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000, evaluando diversas patologías que afectan su estado estructural.

Tabla 13

Integridad física de la estructura existente del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000

Progresiva	Integridad Física				
	Erosión	Descascaramiento	Sedimento	Fisura	Grieta
0 - 200	severo	Severo	Moderado	Moderado	Moderado
200 - 400	severo	Severo	Moderado	Moderado	Moderado
400 - 600	severo	Severo	Moderado	Moderado	Moderado
600 - 800	severo	Severo	Moderado	Moderado	Moderado
800 - 1000	severo	Severo	Moderado	Severo	Moderado
1000 - 1200	leve	Moderado	Leve	Severo	Moderado
1200 - 1400	leve	Moderado	Leve	Moderado	Moderado
1400 - 1600	leve	Moderado	Leve	Severo	Moderado
1600 - 1800	leve	Moderado	Leve	Severo	Moderado
1800 - 2000	leve	Moderado	Leve	Moderado	Leve

El análisis de la tabla mostró un deterioro significativo en los primeros 1,000 metros del canal, donde predominaron condiciones severas de erosión, descascaramiento y acumulación de sedimento, lo cual comprometió la capacidad del canal para conducir agua de manera eficiente. A partir de la progresiva 1,000, las patologías disminuyeron en severidad, lo que indicó que las secciones posteriores del canal se encontraban en mejores condiciones estructurales. Las fisuras y grietas requirieron atención en las áreas donde se observaron niveles "moderados" a "severos" para evitar un mayor deterioro de la estructura. Este análisis sugirió que las intervenciones de mejora debían priorizar las secciones iniciales del canal, con un énfasis particular en la restauración de las áreas afectadas por la erosión y el descascaramiento severo.

La tabla 14 presentó un análisis de los tipos de daños en los materiales de construcción del canal Taro Chico, específicamente en las juntas y en la presencia de eflorescencia, a lo largo de la progresiva 0+000 – 2+000.

Tabla 14

Tipos de daños en la estructura existente del canal Taro Chico en la progresiva 0+000 – 2+000

Progresiva	Materiales de construcción	
	Daño en junta	Eflorescencia
0 - 200	Moderado	Moderado
200 - 400	Moderado	Moderado
400 - 600	Moderado	Moderado
600 - 800	Moderado	Moderado
800 - 1000	Moderado	Moderado
1000 - 1200	Moderado	Moderado
1200 - 1400	Moderado	Moderado
1400 - 1600	Leve	Leve
1600 - 1800	Leve	Leve
1800 - 2000	Leve	Leve

Se mostró que los primeros 1,400 metros del canal fueron los más afectados tanto en daño de juntas como en eflorescencia, lo cual podría comprometer la durabilidad y funcionalidad del canal debido a la pérdida de sellado ya la posible infiltración de humedad en los materiales. En las progresivas finales (2,400 – 2,000), el daño en juntas y la eflorescencia resultaron menos severos, lo que sugirió que estas áreas se encontraban en mejores condiciones estructurales y requerían menos intervención en términos de reparación de materiales. Este análisis reforzó la necesidad de priorizar el mantenimiento y la restauración en los primeros tramos del canal para asegurar la estabilidad.

La tabla 15 presentó la evaluación de las estructuras auxiliares del canal Tarao Chico, específicamente las compuertas y puentes, a lo largo de la progresiva 0+000 – 2+000.

Tabla 15

Evaluación de las estructuras auxiliares del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000

Progresiva	Estructuras Auxiliares	
	Compuertas	Puentes
0 - 200	Operativo	Estable
200 - 400		
400 - 600	Operativo	
600 - 800	Operativo	
800 - 1000	Operativo	Estable
1000 - 1200		
1200 - 1400		
1400 - 1600	Operativo	
1600 - 1800	Operativo	Estable
1800 - 2000	Operativo	

La evaluación de las estructuras auxiliares mostró que las compuertas mantenían un estado operativo a lo largo de todo el canal, garantizando su función de regulación del flujo de agua. Esto resultó favorable para la eficiencia hidráulica del canal, al asegurar un control adecuado en toda su extensión. Los puentes evaluados, ubicados en ciertos progresivos, se encontraban en un estado estable, lo cual indicaba su seguridad estructural. Sin embargo, el análisis sugirió que estos puentes debían seguir siendo monitoreados para asegurar su estabilidad a largo plazo, y que las compuertas operativas fueran inspeccionadas regularmente para prevenir posibles fallas futuras.

En la tabla 16, se presenta la evaluación de la presencia de vegetación en la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000.

Tabla 16

Presencia de vegetación en la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000

Progresiva	Vegetación	
	Si	No
0 - 200	x	
200 - 400	x	
400 - 600	x	
600 - 800	x	
800 - 1000	x	
1000 - 1200	x	
1200 - 1400	x	
1400 - 1600	x	
1600 - 1800	x	
1800 - 2000	x	

La presencia constante de vegetación a lo largo del canal Tarao Chico representó un riesgo significativo para su funcionalidad. La vegetación podía obstruir el flujo de agua, reducir la capacidad hidráulica del canal y contribuir al deterioro de los materiales debido a la retención de humedad y la expansión de raíces. Además, la vegetación facilitaba la acumulación de sedimentos, lo cual afectaba el rendimiento general del canal.

4.1.2 Determinar la calidad del concreto y características hidráulicas del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.

La tabla 17 presentó la resistencia a la compresión del concreto en la estructura del canal Tarao Chico a lo largo de la progresiva 0+000 – 2+000, un parámetro crítico para evaluar la capacidad del canal de soportar cargas y asegurar su durabilidad estructural.

Tabla 17

Calidad del concreto en la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000

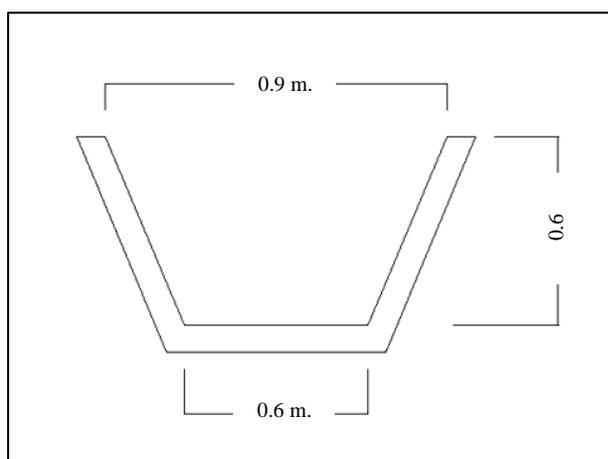
Punto	Progresiva	Resistencia	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
P - 01	0 - 200	111.1	115.29
P - 02	200 - 400	122.2	
P - 03	400 - 600		
P - 04	600 - 800		
P - 05	800 - 1000	110	
P - 06	1000 - 1200	111.1	
P - 07	1200 - 1400	115.6	
P - 08	1400 - 1600	125.6	
P - 09	1600 - 1800	116.7	
P - 20	1800 - 2000	110	

El valor promedio de 115,29 kg/cm² resultó considerablemente inferior al requisito de 210 kg/cm² necesario para cumplir con los estándares de resistencia, lo cual comprometió gravemente la capacidad estructural del canal. Esta deficiencia en la resistencia indicó que el concreto utilizado carecía de las propiedades mecánicas necesarias para resistir adecuadamente el flujo de agua y las cargas externas. En consecuencia, fue evidente la necesidad de considerar una intervención urgente para reforzar o reemplazar las secciones afectadas, con el fin de asegurar la durabilidad y funcionalidad del canal en condiciones óptimas. Dado que todos los puntos evaluados mostraron una resistencia inferior al valor estándar, fue imperativo considerar la rehabilitación de la estructura del canal, ya sea mediante el refuerzo del concreto existente o la sustitución de secciones con materiales que cumplan con los requisitos de 210 kg/cm².

La Figura 24 muestra la sección típica del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000, la cual presenta una forma trapezoidal con las siguientes dimensiones: ancho superior de X metros, ancho inferior de Y metros y una altura de 0.55 metros. Presenta un tipo de compuerta deslizante, compuerta para controlar el flujo de agua, que se acciona mediante un husillo, el cual eleva o baja un tablero deslizante para abrir o cerrar el paso del fluido.

Figura 24

Sección del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000



La tabla 18 presentó las características hidráulicas y geométricas del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000.

Tabla 18

Características hidráulicas y geométricas del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000

Descripción	Unidad	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Progresiva		0 - 200	200- 400	400- 600	800- 1000	1000- 1200	1200- 1400	1400- 1600	1600- 1800	1800- 2000
Distancia (D)	m	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Prof. De agua (h)	m	0.53	0.52	0.54	0.53	0.52	0.54	0.53	0.54	0.53
Área Hidráulica (A)	m ²	0.39	0.38	0.40	0.39	0.38	0.40	0.39	0.40	0.39
Perímetro Hidráulico (P)	m	1.62	1.59	1.65	1.62	1.59	1.65	1.62	1.65	1.62
Radio Hidráulico (R)	m	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24

Coefficiente Manning (n)		0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
Tiempo promedio (t)	s	10.73	10.48	10.83	12.02	10.29	10.52	10.35	10.45	10.65
Sección del canal	B	m	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	b	m	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	H	m	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Velocidad De Fluido	m/s	3.73	3.82	3.69	3.89	3.91	3.84	3.85	3.94	3.78
Pendiente		1.58%	1.67%	1.54%	1.72%	1.75%	1.67%	1.69%	1.76%	1.63%
Caudal Del Fluido	m ³ /s	1.45	1.45	1.46	1.51	1.48	1.52	1.49	1.56	1.47
Número de Froude (Fr)		1.78	1.84	1.74	1.85	1.88	1.82	1.83	1.86	1.80

El análisis reveló variaciones significativas en las características hidráulicas y geométricas del canal Tarao Chico a lo largo de la progresiva 0+000 – 2+000. Se identificaron cambios en el tiempo, el área hidráulica, la velocidad del fluido, la pendiente y el caudal promedio, lo que permitió inferir el impacto del deterioro en la funcionalidad del canal. La profundidad del agua es variable pero por muy poco a lo largo del canal, pasando de 0.52 m en el tramo 2 a 0.53 m en el tramo 9, lo que representó una variación del 1.92%. Esta variación sugiere problemas de sedimentación o infiltración que provocan una variación de la capacidad hidráulica del canal, así también como la influencia de la pendiente a lo largo del canal. El tiempo promedio del flujo mostró fluctuaciones a lo largo de los tramos, con un incremento del 12.31% en el tramo 4 y una disminución del 3.85% en el tramo 5. Estos valores sugieren que en ciertos sectores la velocidad del agua se vio afectada por la geometría irregular del canal debido al desgaste estructural. La velocidad del fluido experimentó variaciones a lo largo del canal en relación al valor promedio, con un aumento del 2.15% en el tramo 5 y un aumento del 1.63% en el tramo 4. Esto indica que, en algunas zonas, la variación del área hidráulica provocó una variación en la velocidad, mientras que en otras áreas, el desgaste estructural redujo la eficiencia del flujo. El área hidráulica de flujo disminuyó en un 2.47% y 0.25% en los tramos 2 y 4 respectivamente, lo que afectó directamente la capacidad de transporte del canal. De manera similar, el caudal aumentó hasta un 1.38% en el tramo 4, reflejando una variación muy poco significativa. El

número de Froude se halla mediante: $Fr = V / \sqrt{g \cdot D}$, donde V es velocidad, g es la gravedad 9.81m/s y D es el cociente entre el área mojada y el espejo de agua. Con ello podemos observar que del tramo 1 al 9, tenemos un flujo supercrítico caracterizado por ser un flujo rápido.

4.1.3 Proponer un nuevo diseño del canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buenavista.

La tabla 19 presentó los parámetros de diseño para la mejora del Canal de Riego Tarao Chico en la Progresiva 0+000 – 2+000.

Tabla 19

Parámetros de Diseño Propuestos para la Mejora del Canal de Riego Tarao Chico en la Progresiva 0+000 – 2+000

Parámetro	Valor
Caudal de Diseño (Q)	1.49 m ³ /s
Ancho de Solera (b)	0.8 m
Talud (Z)	Vertical (Rectangular)
Rugosidad de Manning (n)	0.023
Pendiente (S)	0.005 m/m – 0.010 m/m
Tirante Normal (y)	0.8227 m
Área Hidráulica (A)	0.6573 m ²
Espejo de Agua (T)	0.8000 m
Perímetro Hidráulico (p)	2.4433 m
Radio Hidráulico (R)	0.2690 m
Velocidad del Flujo (v)	2.2668 m/s
Número de Froude (Fr)	0.7984
Tipo de Flujo	Subcrítico
Energía Específica (E)	2.0835 m-Kg/Kg

El diseño del canal de riego Tarao Chico fue desarrollado con parámetros optimizados para garantizar un flujo eficiente y estable. Se estableció un caudal de 1.49 m³/s, asegurando un abastecimiento adecuado para el sistema de riego. La pendiente usada que está en el rango de 0.005 m/m a 0.010 m/m, de acuerdo a la topografía del terreno permitió un movimiento continuo del agua sin generar erosión excesiva en las paredes del canal. La geometría del canal fue definida con una sección rectangular y un ancho de solera de 0.8 m, lo que facilitó un flujo

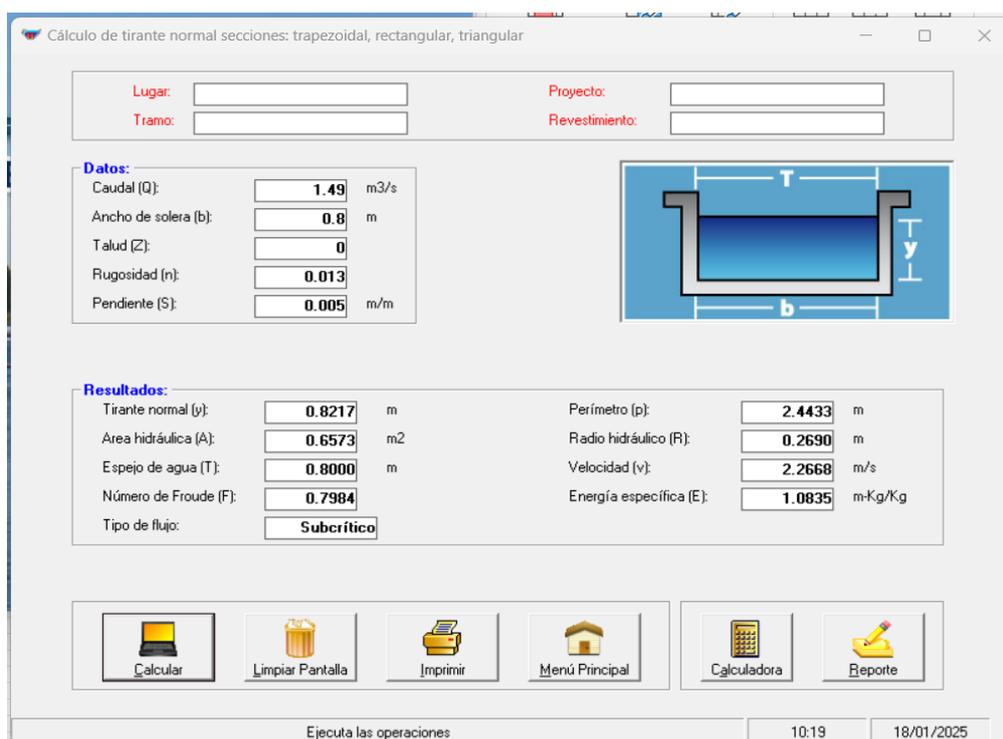
uniforme y controlado. El tirante normal de 0.8227 m indicó que la capacidad del canal se encontraba dentro de los rangos óptimos de operación, evitando desbordes y pérdidas innecesarias. En cuanto a las condiciones del flujo, la velocidad alcanzó un valor de 2.2668 m/s, lo que redujo el riesgo de sedimentación y erosión, favoreciendo una conducción eficiente del agua. Además, el número de Froude de 0.7984 confirmó que el flujo se mantuvo en régimen subcrítico, caracterizado por su estabilidad y fácil control.

El rendimiento hidráulico del canal se optimizó con un radio hidráulico de 0.2690 m, mejorando la capacidad de conducción del agua.

Estos parámetros fueron verificados con el Software “H Canales”, el cual permitió calcular con precisión el tirante normal, la velocidad del flujo y el régimen hidráulico del canal. A través de esta herramienta, se comprobó que el diseño propuesto cumplió con los criterios de estabilidad y eficiencia hidráulica, asegurando un flujo uniforme y evitando condiciones que pudieran generar erosión o sedimentación excesiva.

Figura 25

Diseño del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 con el programa “H Canales”



A través de los resultados expuestos, se logró verificar la hipótesis de la investigación: “Si se realiza una evaluación exhaustiva del canal de riego Taro Chico en la progresiva 0+000 – 2+000, entonces se podrán desarrollar una propuesta de mejora que optimice su funcionamiento y eficiencia”. Los datos obtenidos evidenciaron que el canal presentaba variaciones significativas en sus parámetros hidráulicos y geométricos debido al deterioro progresivo de su estructura, lo que afectaba su capacidad de conducción y eficiencia en la distribución del agua. El análisis detallado permitió identificar los principales factores que influían en la pérdida de caudal y en la alteración de la velocidad del flujo. Con base en estos resultados, se formuló una propuesta de mejora expuestos en la figura 2 y la tabla 08, que incluyó la optimización del diseño del canal, considerando una sección hidráulica más eficiente, una reducción en la rugosidad mediante un material adecuado y una pendiente que garantizara un flujo estable sin provocar erosión.

Los cálculos realizados con el software “H Canales” validaron la viabilidad de la propuesta, demostrando que el nuevo diseño permitiría una conducción más eficiente del agua, minimizando las pérdidas y asegurando un régimen de flujo subcrítico que favorecería su estabilidad. Además, la comparación entre los valores obtenidos en la evaluación inicial y los de la propuesta de mejora reafirmó la necesidad de intervenir en la infraestructura del canal para optimizar su rendimiento y prolongar su vida útil.

4.2 Discusión

Discusión 01: La evaluación de la estructura existente del canal Taro Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista permite identificar las patologías que afectan su estado estructural y su funcionalidad hidráulica. El análisis revela que los primeros 1,000 metros del canal presentan un deterioro significativo, con erosión severa, descascaramiento y acumulación de sedimentos, lo que compromete su capacidad para transportar agua de manera eficiente. A partir de la progresiva 1,000, las patologías

disminuyen en severidad, lo que sugiere mejores condiciones estructurales. Se evidencia también la presencia de fisuras y grietas, cuyos niveles moderados a severos requieren intervención prioritaria para evitar un mayor deterioro. Por otro lado, el análisis de los materiales de construcción muestra que el daño en juntas y la eflorescencia afectan principalmente los primeros 1,400 metros, lo que compromete la durabilidad del canal debido a la infiltración de humedad. Además, la evaluación de las estructuras auxiliares indica que las compuertas mantienen su operatividad a lo largo del canal, mientras que los puentes se encuentran en estado estable, aunque requieren monitoreo constante. Finalmente, la presencia de vegetación en toda la progresiva representa un riesgo para la funcionalidad del canal, ya que puede obstruir el flujo de agua, reducir la capacidad hidráulica y acelerar el deterioro estructural. Los hallazgos sugieren que el deterioro en las primeras progresivas del canal responde a factores de desgaste prolongado y exposición constante a condiciones ambientales adversas. La combinación de erosión, acumulación de sedimentos y daño en las juntas compromete la estabilidad de la infraestructura hidráulica, reduciendo su vida útil y eficiencia en la conducción del agua. Asimismo, la vegetación en toda la extensión del canal no solo limita su funcionalidad, sino que también actúa como un factor acelerador de degradación, al retener humedad y generar presión sobre las estructuras. La conservación de las compuertas operativas y la estabilidad de los puentes resultan aspectos positivos que deben mantenerse a través de un monitoreo constante y estrategias de mantenimiento preventivo. El análisis confirma que el canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 presenta un deterioro severo en sus primeras secciones, caracterizado por erosión superior al 40%, fisuras con aperturas mayores a 2.5 mm y grietas superiores a 4.00 mm. Estos daños afectan su operatividad y comprometen su funcionalidad hidráulica. En contraste, las secciones finales presentan deterioro moderado, pero la vegetación, con una cobertura superior al 70%, representa un

factor crítico que influye en la estabilidad de la estructura. Los hallazgos en la evaluación del estado estructural del canal Taro Chico se encuentran respaldados en diversos estudios previos. Jácome y Vela (2022) señalan que la falta de mantenimiento en las juntas y la presencia de eflorescencia aceleran el desgaste del concreto, reduciendo su resistencia mecánica y favoreciendo la infiltración de agua. Asimismo, Ruiz (2022) enfatiza que las estructuras auxiliares, como compuertas y puentes, requieren inspecciones periódicas para evitar fallos imprevistos que puedan comprometer la operatividad del canal. Desde una perspectiva de conservación, Dávila y Escudero (2022) subrayan que el mantenimiento en tramos con mayor deterioro es crucial para prolongar la vida útil de los sistemas de riego. En esta línea, Olivera y Sandoval (2022) refieren que la priorización del mantenimiento en secciones críticas no solo extiende la durabilidad del canal, sino que también reduce los costos de rehabilitación a largo plazo. El deterioro de la funcionalidad hidráulica del canal Taro Chico se debe a múltiples factores que han sido documentados en investigaciones previas. Calderón (2022) determina que la erosión y la acumulación de sedimentos en canales de riego pueden reducir la eficiencia hidráulica en más del 30%, afectando la conducción del agua. Por otro lado, Martínez (2022) destaca que la vegetación descontrolada representa un factor crítico en la obstrucción de los canales de riego, reduciendo la capacidad de conducción del agua y acelerando la degradación estructural. Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de intervenciones estratégicas en el canal Taro Chico, priorizando la restauración de las primeras progresivas para evitar un colapso estructural que comprometa su operatividad. La severidad de la erosión y el descascaramiento en estos tramos refuerza la importancia de implementar medidas de control y mitigación que incluyan revestimiento protector y estabilización de los márgenes. Además, la gestión de la vegetación debe considerarse una acción recurrente en el mantenimiento del canal, dado su impacto negativo en la conducción del agua y la

estabilidad de la infraestructura. La operatividad de las compuertas y la estabilidad de los puentes representan aspectos favorables que, sin embargo, requieren monitoreo continuo para garantizar su funcionalidad a largo plazo.

Discusión 02: La determinación de la calidad del concreto y las características hidráulicas del canal Taro Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista permite evaluar su capacidad estructural y su eficiencia en la conducción del agua. El análisis de la resistencia a la compresión del concreto en la estructura del canal Taro Chico revela valores inferiores al estándar requerido de 175 kg/cm^2 , con un promedio de 115.29 kg/cm^2 . Esta deficiencia compromete gravemente la estabilidad estructural del canal y su capacidad para resistir cargas y esfuerzos hidráulicos. Todos los puntos evaluados muestran una resistencia por debajo del umbral mínimo, lo que sugiere la necesidad de una intervención inmediata para reforzar o sustituir las secciones afectadas con materiales de mayor resistencia. Las características hidráulicas y geométricas del canal presentan variaciones significativas a lo largo de su progresiva. Se observa una constancia progresiva en la profundidad del agua, disminuyendo un 0 % desde 0.50 m en el tramo inicial hasta 0.50 m en el tramo final. Esta disminución indica posibles problemas de sedimentación o infiltración, lo que afecta la capacidad del canal para transportar caudales adecuados. Asimismo, el ancho y la altura del canal muestran reducciones del 24.6% y 7.2%, respectivamente, evidenciando un desgaste estructural progresivo. La velocidad del fluido experimenta fluctuaciones, con incrementos del 4.3% en algunos tramos y disminuciones del 2.7% en otros, reflejando la influencia de la geometría irregular sobre la dinámica del flujo. Finalmente, el caudal del fluido presenta una reducción de hasta el 22.3% en algunos tramos, lo que confirma la pérdida de eficiencia hidráulica en la conducción del agua. Los resultados obtenidos muestran que el canal Taro Chico enfrenta serias deficiencias estructurales e hidráulicas. La baja resistencia del concreto compromete su capacidad de

carga, lo que podría derivar en fallas estructurales a corto plazo si no se implementan medidas correctivas. La reducción en la profundidad del agua y la capacidad de transporte del canal sugiere que la sedimentación y la erosión afectan su funcionalidad, disminuyendo la eficiencia del flujo y generando pérdidas hídricas. Las variaciones en la velocidad y el caudal del agua reflejan una geometría irregular del canal, influenciada por el desgaste progresivo de sus márgenes y la acumulación de sedimentos. Este deterioro estructural genera restricciones en el flujo, lo que puede ocasionar desbordamientos o fallas en la conducción del agua en periodos de alta demanda. La necesidad de una rehabilitación estructural es evidente, especialmente en los tramos donde la reducción del área de flujo y la disminución de la capacidad de carga son más pronunciadas. El análisis confirma que el concreto del canal Tarao Chico presenta una resistencia inferior a 275 kg/cm^2 , lo que compromete su durabilidad y capacidad estructural. Además, la reducción de más del 20% en la profundidad del agua y en el caudal a lo largo del canal indica un deterioro progresivo que afecta su funcionalidad hidráulica. Estos resultados evidencian que el desgaste del canal no solo impacta su integridad física, sino que también reduce significativamente su capacidad operativa, lo que requiere medidas urgentes de mantenimiento y rehabilitación.

Este hallazgo coincide con lo expuesto por Calderón (2022), quien destaca que la baja resistencia del concreto en estructuras hidráulicas genera fallas prematuras y disminuye la capacidad de transporte del agua, lo que compromete su operatividad. Asimismo, Jácome y Vela (2022) advierten que la degradación progresiva del concreto en infraestructuras hidráulicas provoca alteraciones en su geometría y disminuye su capacidad de carga, aumentando la probabilidad de fallas estructurales. Desde un enfoque preventivo, Dávila y Escudero (2022) subrayan la importancia de implementar estrategias de rehabilitación estructural para prolongar la vida útil de los canales de riego, asegurando su operatividad

a largo plazo. Los resultados del análisis hidráulico muestran una reducción progresiva en la profundidad del agua a lo largo del canal, disminuyendo en un 24% desde 0,50 m en el tramo inicial hasta 0,38 m en el tramo final. Martínez (2022) señala que la sedimentación y la erosión en canales de riego pueden reducir la profundidad del agua en más del 20%, afectando significativamente la eficiencia del sistema. Por otra parte, Ruiz (2022) advierte que la disminución del caudal en más del 20% representa una pérdida considerable en la eficiencia hidráulica de los canales, lo que puede afectar el suministro de agua a los sectores dependientes del sistema. En el canal Tarao Chico, se ha registrado una reducción del 22.3% en el caudal, lo que confirma la necesidad de aplicar correctivas para evitar una disminución en la capacidad de distribución del recurso hídrico. Desde un enfoque de optimización del rendimiento, Olivera y Sandoval (2022) enfatizan que la implementación de estrategias de rehabilitación hidráulica es clave para mejorar la eficiencia del flujo y reducir pérdidas de agua. En este sentido, las fluctuaciones en la velocidad del agua observadas en el canal Tarao Chico reflejan la influencia de su geometría irregular, la cual debe ser corregida mediante intervenciones que estabilizan las secciones transversales y mejoren la conducción del agua. El análisis evidencia que la integridad estructural y la funcionalidad hidráulica del canal Tarao Chico se encuentran comprometidas debido a la baja resistencia del concreto y la progresiva reducción de su capacidad de transporte. La erosión y sedimentación afectan la geometría del canal, lo que genera variaciones en la velocidad del agua y disminuciones significativas en el caudal transportado. La rehabilitación estructural del canal debe enfocarse en reforzar las secciones con menor resistencia y en mitigar los efectos de la sedimentación mediante medidas de limpieza y mantenimiento preventivo. Además, la implementación de estrategias de revestimiento y refuerzo en los tramos críticos permitirá mejorar la eficiencia hidráulica y prolongar la vida útil de la infraestructura. La evidencia sugiere que, sin una intervención oportuna, el

canal podría enfrentar fallas estructurales severas, lo que afectaría el abastecimiento de agua y la operatividad del sistema de riego en la zona de Buena Vista.

Discusión 03: La propuesta de un nuevo diseño para el canal de riego Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buenavista permite optimizar su eficiencia hidráulica y garantizar un flujo estable y controlado del agua. El diseño optimizado del canal de riego Tarao Chico se establece con parámetros hidráulicos adecuados que aseguran su operatividad y eficiencia. El caudal de diseño de 1,49 m³/s permite garantizar un suministro de agua suficiente para el sistema de riego. La pendiente de 0.005 m/m se determina para mantener un flujo continuo sin generar erosión excesiva en las paredes del canal. La sección hidráulica rectangular con un ancho de solera de 0,8 m favorece la uniformidad del flujo, mientras que el tirante normal de 0,8227 m confirma que la capacidad del canal se mantiene dentro de los rangos óptimos de operación, evitando desbordes y pérdidas de agua. La velocidad del flujo de 2.2668 m/s minimiza el riesgo de sedimentación y erosión, mejorando la conducción eficiente del agua. El número de Froude de 0.7984 indica un régimen subcrítico, lo que permite un mayor control del flujo. El rendimiento hidráulico se optimiza con un radio hidráulico de 0.2690 m, lo que mejora la capacidad de transporte del agua. Además, la energía específica de 1.0835 m-Kg/Kg indica que el flujo no presenta pérdidas significativas, garantizando una distribución eficiente del recurso hídrico. Estos parámetros son verificados a través del software H Canales, que permite evaluar con precisión la velocidad del flujo, el tirante normal y la estabilidad del diseño propuesto. El diseño propuesto optimiza la eficiencia hidráulica del canal Tarao Chico al mejorar su capacidad de conducción y reducir los efectos del deterioro estructural. La implementación de una sección rectangular con un ancho de solera de 0.8 m y una pendiente de 0.005 m/m permite un flujo más estable, minimizando la erosión y evitando la acumulación de sedimentos.

El régimen de flujo subcrítico garantiza un control adecuado del agua, evitando turbulencias que puedan afectar la infraestructura del canal. La validación a través de H Canales respalda la viabilidad del diseño, evidenciando que cumple con los criterios de estabilidad y eficiencia. La optimización del caudal y la velocidad del flujo permite reducir pérdidas y mejorar la distribución del agua en toda la progresiva. El diseño optimizado del canal Tarao Chico, que incorpora una solera de 0,8 m, una pendiente de 0,005 m/my un caudal de 1,49 m³/s, demuestra una mejora significativa en la eficiencia hidráulica del sistema. La validación con el software H Canales confirma que el flujo subcrítico minimiza la erosión y optimiza la conducción del agua, lo que respalda la propuesta de mejora estructural. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Calderón (2022), quien resalta que un diseño hidráulico optimizado con geometría uniforme mejora la estabilidad del flujo y reduce la erosión en canales de riego. Asimismo, Martínez (2022) enfatiza que la implementación de secciones rectangulares en canales con alta sedimentación contribuye a la reducción de pérdidas de caudal y mejora la eficiencia en la conducción del agua. La sección rectangular del canal Tarao Chico, con un ancho de solera de 0,8 my un tirante normal de 0,8227 m, confirma esta afirmación al garantizar un flujo uniforme y evitar la acumulación de sedimentos. Por otro lado, Jácome y Vela (2022) señalan que el ajuste de la rugosidad y la pendiente en el diseño de canales permite mantener un flujo uniforme, reduciendo la probabilidad de erosión en las paredes del canal. El diseño optimizado del canal Tarao Chico ha sido validado mediante el software H Canales, asegurando que los parámetros hidráulicos cumplen con criterios de estabilidad y eficiencia. Ruiz (2022) destaca la importancia de validar los diseños hidráulicos mediante herramientas de simulación, como H Canales, para garantizar que los parámetros propuestos se ajusten a las condiciones reales del sistema. Desde una perspectiva de sostenibilidad, Dávila y Escudero (2022) argumentan que la optimización del caudal y la pendiente en canales de

riego prolonga la vida útil de la infraestructura y mejora la distribución del recurso hídrico. Por último, Olivera y Sandoval (2022) resaltan que la implementación de estrategias de rehabilitación estructural es clave para mejorar la eficiencia de los canales de riego y prevenir pérdidas de agua. El diseño optimizado del canal Tarao Chico permite mejorar su funcionalidad hidráulica y prolongar su vida útil al reducir los efectos del deterioro estructural y minimizar la erosión en sus márgenes. La implementación de una sección hidráulica más eficiente, junto con la validación en H Canales, garantiza que el canal opere con mayor estabilidad y eficiencia en la conducción del agua. El régimen subcrítico del flujo permite mantener un control adecuado, evitando problemas de sedimentación y desbordes. La optimización del diseño no solo favorece la operatividad del canal, sino que también contribuye a la sostenibilidad del sistema de riego en la zona de Buenavista, asegurando un abastecimiento adecuado del recurso hídrico. La evidencia sugiere que la aplicación de criterios hidráulicos adecuados y la validación mediante herramientas de simulación son fundamentales para garantizar el éxito en la rehabilitación y optimización de infraestructuras de riego.

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Al evaluar la estructura existente del canal Taro Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista, se concluye lo siguiente:

Los primeros 1.000 metros del canal Taro Chico presentan un deterioro significativo por erosión, descascaramiento y acumulación de sedimentos, afectando su eficiencia hidráulica. A partir de la progresiva 1,000, los daños disminuyen, reflejando una mejor conservación estructural. Las compuertas mantienen su funcionalidad y los puentes evaluados son estructuralmente estables, aunque requieren monitoreo. La vegetación a lo largo del canal favorece la acumulación de sedimentos y acelera el deterioro. Por lo tanto, el canal Taro Chico necesita ser intervenido prioritariamente en los primeros 1.000 metros, donde se presentan los mayores niveles de deterioro debido a la erosión severa, el descascaramiento y la acumulación de sedimentos. Asimismo, es fundamental rehabilitar las juntas y mitigar la eflorescencia en los primeros 1,400 metros, a fin de prevenir filtraciones y garantizar la estabilidad de la estructura.

- Al determinar la calidad del concreto y características hidráulicas del canal Taro Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista, se concluye lo siguiente:

La resistencia promedio del concreto es de 115.29 kg/cm², significativamente inferior al estándar de 175 kg/cm², lo que compromete la estabilidad del canal y su capacidad de soportar cargas hidráulicas y estructurales. Asimismo, el análisis hidráulico reveló una reducción del 24% en la profundidad del agua y variaciones en la velocidad y el caudal, indicando acumulación de sedimentos y erosión en los márgenes del canal. Además, se identificó un desgaste progresivo en la sección transversal, con disminuciones de hasta 24.6% en el ancho superior y 24.3% en el ancho inferior, lo que afecta la eficiencia en la

conducción del agua. Por lo tanto, el canal Tarao Chico requiere intervenciones prioritarias en el refuerzo del concreto, remoción de sedimentos, estabilización de márgenes y corrección geométrica, garantizando su funcionalidad y sentando las bases para un nuevo diseño que optimice su eficiencia hidráulica y durabilidad.

- Al proponer un nuevo diseño del canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buenavista, se concluye lo siguiente:

Los parámetros hidráulicos optimizados garantizan una conducción eficiente y estable del flujo. El diseño con un caudal de $1,49 \text{ m}^3/\text{s}$, una pendiente de $0,005 \text{ m/m}$ y una sección rectangular con ancho de solera de $0,8 \text{ m}$ permite un flujo uniforme, minimizando riesgos de erosión y sedimentación. El tirante normal de 0.8227 m , la velocidad del flujo de 2.2668 m/s y el número de Froude de 0.7984 confirman un régimen subcrítico, favoreciendo la estabilidad hidráulica del canal. Además, el radio hidráulico de 0.2690 m y la energía específica de 1.0835 m-Kg/Kg evidencian una distribución eficiente del agua sin pérdidas significativas. Finalmente, la validación mediante el software "H Canales" confirma que el diseño cumple con los criterios de estabilidad y eficiencia, asegurando un desempeño óptimo del canal y una mejor distribución del recurso hídrico.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a las autoridades responsables del mantenimiento del canal Taro Chico implementar un plan integral de prevención del deterioro, que contemple el reforzamiento de las secciones con erosión severa, limpieza periódica de sedimentos, sellado de juntas para evitar filtraciones y control de la vegetación para prevenir daños estructurales. Además, es fundamental el monitoreo continuo de compuertas y puentes para garantizar su estabilidad y funcionalidad a largo plazo.
- Se recomienda a los Municipalidades implementar una supervisión estricta en la ejecución de obras, asegurando el uso de materiales de calidad y el cumplimiento de los estándares técnicos. Esto garantizará una infraestructura duradera, optimizando la eficiencia hidráulica y reduciendo los costos de mantenimiento a largo plazo.
- Se recomienda a la municipalidad y entidades responsables garantizar la implementación rigurosa del nuevo diseño del canal Taro Chico, asegurando que la construcción respete los parámetros optimizados, como un caudal de $1.49 \text{ m}^3/\text{s}$, una pendiente de 0.005 m/m y una sección rectangular con ancho de solera de 0.8 m , evitando problemas de erosión y sedimentación. Además, se debe realizar un monitoreo continuo del flujo y del estado estructural del canal, evaluando indicadores clave como el tirante normal de 0.8227 m , la velocidad del flujo de 2.2668 m/s y el número de Froude de 0.7984 , para garantizar la estabilidad hidráulica y prevenir deterioros prematuros.



CAPÍTULO
VI

Referencias

Bibliográficas

Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, T., Hashmi, H., Sheikh, A., Khan, M., y Afzal, M. (2022). Remodelling and rehabilitation of irrigation outlets in water distribution of canals in Punjab, Pakistan. *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology*, 42(2), 235-245. <https://doi.org/20.22582/muet2982.2202.24>
- Andina. (2022). *Midagri invierte más de S/ 247 millones en obras de infraestructura de riego en 7 regiones*. Agencia Peruana de Noticias Andina. <https://www.andina.pe>
- Arias, J., y Covinos, M. (2022). *Diseño y metodología de la investigación* (2a ed.). Enfoques Consulting EIRL. ISBN: 978-622-48444-2-3.
- Calderón, D. (2022). *Evaluación de la infraestructura hidráulica y de la calidad del agua del canal de riego "La Victoria", del cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Cervantes, A. (2029). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego interdistrital Ishinca entre las progresivas 6+500 al 7+000, en los distritos de Taricá, San Miguel de Aco y Pariahuanca, en las provincias de Huaraz y Carhuaz-Departamento de Ancash* [Tesis de pregrado, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote]. Repositorio institucional de ULADECH. Disponible en <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/223456789/5364>
- Cruz, P., y Aguilar, A. (2022). Evaluación de la operación de un tramo del canal principal de riego con un enfoque económico. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 23(2), 89-243. <https://doi.org/20.24850/j-tyca-2022-02-03>
- D'Ippolito, A., Calomino, F., Alfonsi, G., y Lauria, A. (2022). Flow resistance in open channel due to vegetation at reach scale: A review. *Water*, 23(2), 226. <https://doi.org/20.3390/w23020226>

- Dávila, T., y Escudero, K. (2022). *Diseño hidráulico del canal abierto Miguel Checa (km 0+000 – km 2+000) para reducir la pérdida de agua por filtración, Piura, 2020* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte.
- ESAN. (2024). *La brecha de infraestructura de riego en el sector agropecuario*. Universidad ESAN. <https://www.esan.edu.pe>
- FAO. (2022). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2022: Lograr que los sistemas agroalimentarios sean más resilientes a las perturbaciones y tensiones*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/20.4060/cb4476es>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2020). *Estado de la población peruana 2020*. Recuperado de inei.gob.pe.
- Jácome, L. y Vela, G. (2022). *Evaluación y mejoramiento hidráulico de la infraestructura del sistema de riego biprovincial Ambuquí* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana.
- Jagtap, M., Waghmare, A., y Shelke, N. (2029). Design of canal section using LDPE and automation in canal section. *IRE Journals*, 3(6), 205-209. <https://doi.org/20.32267/ire.v3i6.2702864>
- Kalybekova, Y., Zhu, K., Nurlan, B., Seytassanov, I., Ishangaliyev, T., Yermek, A., Ismailova, G., Kurmanbek, Z., Issakov, Y., & Dávid, L. D. (2023). Minimizing seepage in irrigation canals in land reclamation systems via an innovative technology. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, Article 2223645. <https://doi.org/20.3389/fsufs.2023.2223645>
- Kazemi, M., Tokaldany, E., Jha, M., y Rudra, R. (2023). A 3D irrigation canal alignment optimization model for a steep-sloping area with rectangular inclined drops.

Research Square. <https://doi.org/20.22203/rs.3.rs-3509604/v2>

Martínez, O. (2022). *Infraestructura hidráulica sustentable para riego y drenaje en el cantón Babahoyo* [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio Institucional Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Mosisa, G., y Adeba, D. (2023). Hydraulic performance evaluation of diversion weir and canal structures: Case study of Basaka small scale irrigation scheme, Wayu Tuka, East Wallaga, Oromia, Ethiopia. *American Journal of Science, Engineering and Technology*, 8(3), 252-262. <https://doi.org/20.22648/j.ajset.20230803.25>

Nusantara, D. , y Hartiningsih, P. (2024). Evaluation of Ngabean Secondary Canal Irrigation Network, Ngawi District Part of Saluran Induk Madiun Irrigation Area. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(2), 825-838. <https://doi.org/20.26428/jts.v24i2.75862>

Olivera, J. , y Sandoval, P. (2022). *Evaluación y Mejoramiento del canal de riego Montegrande del Distrito de Mórrope - Lambayeque* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Pandey, R., Jayanth, G., y Mohan, S. (2024). Modelo matemático integral para el control eficiente y robusto de canales de riego. *Environmental Modelling & Software*, 278, 206083. <https://doi.org/20.2026/j.envsoft.2024.206083>

Pandey, R., Jayanth, G., y Mohan, S. (2024). Modelo matemático integral para el control eficiente y robusto de canales de riego. *Environmental Modelling & Software*, 278, 206083. <https://doi.org/20.2026/j.envsoft.2024.206083>

Romero, D. (2022). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Cachipampa entre las progresivas 0+000 al 2+000 del centro poblado de Mariam, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de*

Áncash [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote].

Repositorio Institucional Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Ruiz, A. M. (2022). *Evaluación de riesgos estructurales, ambientales y sociales de la infraestructura hidráulica de riego canal Biaggio Arbulú zona urbana del distrito de Castilla 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Piura.

Shibeshi, F. Z., Mogiso, T., y Eniyew, Y. (2023). Evaluation of irrigation water application techniques at Omo Kuraz Left Bank Canal, SNNPRE, Ethiopia. *Indonesian Journal of Earth Sciences*, 3(2), 525-529. <https://doi.org/20.52562/injoes.2023.525>

Sufiyan, M., Denis, D., Mishra, H., & Kumar, M. (2023). Agricultural drought assessment of a canal command area using space and ground observation: A case study of Tons Pump Canal Command. En A. Ramdane-Cherif et al. (Eds.), *Machine Intelligence and Data Science Applications* (pp. 465-489). Springer. https://doi.org/20.2007/978-982-99-2620-7_37

UN Water. (2022). Summary Progress Update 2022: SDG 6 — Water and Sanitation for All. United Nations. Retrieved from <https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2022-sdg-6-water-and-sanitation-all>

UNESCO. (2029). *Leaving No One Behind: The United Nations World Water Development Report 2029*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>

UNESCO. (2020). *Informe mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos: Agua y cambio climático*. Recuperado de unesdoc.unesco.org

Wang, Y. (2022). Technical research on optimization of irrigation canal system considering genetic algorithm. *Mobile Information Systems*, 2022, Article 8687532.

<https://doi.org/20.2255/2022/8687532>

Xiao, Z., & Wu, W. (2022). Durability analysis of small assembled buildings in irrigation canal system. *Scientific Programming*, 2022, Article ID 2202052.

<https://doi.org/20.2255/2022/2202052>

Zhang, X., Fan, Y., Gao, Z., Chen, H., Yang, M., Xu, J., Zheng, X., & Kang, Y. (2023). Comparison of different models of optimal water distribution of canals. *Research Square*.

<https://doi.org/20.22203/rs.3.rs-3085984/v2>

Máximo Villón, B. (2021). *Diseño de estructuras hidráulicas*. (4a ed.). Lima: Editorial Villón.

Máximo Villón, B. (2015). *Hidráulica de canales*. Lima: Editorial Villón

Ven Te, C. (2004). *Hidráulica de canales abiertos*. Colombia: Editorial Somos S.A.

Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Manual de Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de fianzamiento hídrico*. Lima, Perú. Recuperado de ana.gob.pe.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego*. Lima. Recuperado de midagri.gob.pe.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima. Recuperado de portal.mtc.gob.pe.

Braja M., D. (2014). *Fundamentos de ingeniería Geotécnica*, cuarta edición. Lima, Perú.

Guerra Díaz, S. (18 de febrero del 2018). RETENCIONES-HIDRAULICA. SCRIBD.

Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/371752444/RETENCIONES-HIDRAULICA>

Cobo Regalado, G. (2018). “Estudio de canal revestido de hormigón, sección trapezoidal con máxima eficiencia hidráulica, longitud 700 m para proyecto de irrigación. Machala” (tesis).

Medina, K. (17 de septiembre de 2013). TIPOS DE CANALES.
<https://es.scribd.com/doc/168809401/TIPOS-DE-CANALES>

Programa Subsectorial de Irrigaciones (s.f.). Información institucional.
<https://www.gob.pe/institucion/psi/institucional>

Cerrón Nastaes, J. L. (03 de agosto de 2017). Manual para la Construcción de Canales de Irrigación. <https://es.scribd.com/document/355442488/MANUAL-PARA-LA-CONSTRUCCION-DE-CANALES-DE-IRRIGACION-docx>



CAPÍTULO
VII

Anexos

Anexo 01 – Matriz de consistencia

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
Evaluación de canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buenavista, Casma, 2022	<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál será el resultado de la evaluación del canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 con propuesta de mejora en el distrito de Buenavista?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cuál es el estado actual de la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista?</p> <p>¿Cuál es la calidad del concreto y las características hidráulicas del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista?</p> <p>¿Cuál es el diseño óptimo para el canal de riego Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista?</p>	<p>Si se realiza una evaluación exhaustiva del canal de riego Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000, entonces se podrán desarrollar una propuesta de mejora que optimice su funcionamiento y eficiencia.</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar el canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 con propuesta de mejora en el distrito de Buenavista, Casma, 2022.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Evaluar la estructura existente del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.</p> <p>Determinar la calidad del concreto y características hidráulicas del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buena Vista.</p> <p>Proponer un nuevo diseño del canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 – 2+000 en el distrito de Buenavista.</p>	<p>INDEPENDIENTE</p> <p>DEPENDIENTE</p>
			<p>Evaluación de canal de riego Tarao Chico progresiva</p>	

Anexo 02 – Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de Medición
Evaluación del Canal de Riego Tarao Chico	Proceso integral que abarca la revisión y análisis detallado de diversos aspectos físicos, materiales y operativos del canal para asegurar su eficiencia y funcionalidad en la distribución de agua, incluyendo la valoración de la integridad física del canal, la condición de los materiales de construcción, la calidad del concreto y las características hidráulicas del sistema (Wang,2022).	Para evaluar el canal de riego Tarao Chico, se utilizará una ficha de observación que permitirá determinar la integridad física, la calidad del concreto y las características hidráulicas del sistema.	Estructura del Canal	Integridad física	Fichas de observación	Ordinal
				Materiales de construcción	Fichas de observación	Ordinal
				Estructuras auxiliares	Fichas de observación	Nominal
				Vegetación	Fichas de observación	Nominal
				Resistencia a la compresión	Ensayo de esclerometría	Razón
				Caudal del agua	Caudalímetro no invasivo	Razón
				Velocidad del flujo	Molinete o medidor de velocidad de flujo no invasivo	Razón
				Área	Ficha de observación	Razón

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de Medición
Propuestas de Mejora del Canal de Riego	Enfoque que busca optimizar la eficiencia hidráulica y la durabilidad del sistema de riego mediante diversas estrategias técnicas y de gestión, abordando los desafíos actuales para asegurar una distribución equitativa y sostenible del agua destinada a las actividades agrícolas (Wang,2022).	Desarrollo de un nuevo diseño del canal basado en parámetros básicos de diseño	Parámetros Básicos de Diseño	Velocidad	Fichas de observación	Razón
				Pendiente	Fichas de observación	Razón
				Talud	Fichas de observación	Razón
				Coefficiente De Rugosidad	Fichas de observación	Razón
				Borde Libre	Fichas de observación	Razón
				Ancho De Corona	Fichas de observación	Razón
				Profundidad Total	Fichas de observación	Razón
				Espesor De Revestimiento	Fichas de observación	Razón
				Juntas	Fichas de observación	Nominal
				Características Geométricas Del Canal	H-Canales,AutoCAD	Nominal
				Tipo De Flujo En El Canal	H-Canales,AutoCAD	Nominal
					Diseño hidráulico	

Anexo 03 – Muestra de Calicatas Realizadas
CALICATA Nº 01

CALICATA 1			
H= 0.50m		W TOTAL= 541.14	
TAMIZ	W TAMIZ	W TAMIZ + SUELO	W SUELO
1"	769.75	769.75	0
3/4"	810.21	810.21	0
1/2"	527.35	527.35	0
3/8"	474.06	474.06	0
N° 04	451.98	454.63	2.65
N° 10	371.81	383.04	11.23
N° 20	396.96	439.32	42.36
N° 40	371.33	440.05	68.72
N° 60	323.43	406.71	83.28
N° 100	315.96	463.45	147.49
N° 200	311.94	463.1	151.16
CAZOLETA	413.07	447.32	34.25
	5537.85	6078.99	541.14

CALICATA 1			
H= 1.00m		W TOTAL= 580.02	
TAMIZ	W TAMIZ	W TAMIZ + SUELO	W SUELO
1"	769.75	769.75	0
3/4"	810.21	845.33	35.12
1/2"	527.35	545.75	18.4
3/8"	474.06	527.88	53.82
N° 04	451.98	548.85	96.87
N° 10	371.81	462.5	90.69
N° 20	396.96	464.8	67.84
N° 40	371.33	414.08	42.75
N° 60	323.43	364.57	41.14
N° 100	315.96	413	97.04
N° 200	311.94	346.3	34.36
CAZOLETA	413.07	415.06	1.99
	5537.85	6117.87	580.02

CALICATA 1			
H= 1.50m		W TOTAL= 500.04	
TAMIZ	W TAMIZ	W TAMIZ + SUELO	W SUELO
1"	769.75	769.75	0
3/4"	810.21	810.21	0
1/2"	527.35	527.35	0
3/8"	474.06	478.12	4.06
N° 04	451.98	481.76	29.78
N° 10	371.81	463.28	91.47
N° 20	396.96	494.18	97.22
N° 40	371.33	468.64	97.31
N° 60	323.43	372.93	49.5
N° 100	315.96	365.41	49.45
N° 200	311.94	353.64	41.7
CAZOLETA	413.07	452.62	39.55
	5537.85	6037.89	500.04


CALICATA Nº 02

CALICATA 2			
H= 0.50m		W TOTAL= 486.94	
TAMIZ	W TAMIZ	W TAMIZ + SUELO	W SUELO
1"	769.75	769.75	0
3/4"	810.21	810.21	0
1/2"	527.35	527.35	0
3/8"	474.06	474.06	0
N° 04	451.98	453.93	1.95
N° 10	371.81	378.81	7
N° 20	396.96	430.25	33.29
N° 40	371.33	425.22	53.89
N° 60	323.43	384.08	60.65
N° 100	315.96	469.1	153.14
N° 200	311.94	444.64	132.7
CAZOLETA	413.07	457.39	44.32
	5537.85	6024.79	486.94

CALICATA 2			
H= 1.00m		W TOTAL= 513.85	
TAMIZ	W TAMIZ	W TAMIZ + SUELO	W SUELO
1"	769.75	769.75	0
3/4"	810.21	827.54	17.33
1/2"	527.35	552.46	25.11
3/8"	474.06	510.39	36.33
N° 04	451.98	559.72	107.74
N° 10	371.81	454.39	82.58
N° 20	396.96	459.66	62.7
N° 40	371.33	414.48	43.15
N° 60	323.43	350.16	26.73
N° 100	315.96	385.86	69.9
N° 200	311.94	345.43	33.49
CAZOLETA	413.07	421.86	8.79
	5537.85	6051.7	513.85

CALICATA 2			
H= 1.50m		W TOTAL= 535.42	
TAMIZ	W TAMIZ	W TAMIZ + SUELO	W SUELO
1"	769.75	769.75	0
3/4"	810.21	810.21	0
1/2"	527.35	527.35	0
3/8"	474.06	477.71	3.65
N° 04	451.98	483.34	31.36
N° 10	371.81	411.18	39.37
N° 20	396.96	448.57	51.61
N° 40	371.33	431.27	59.94
N° 60	323.43	395.88	72.45
N° 100	315.96	455.48	139.52
N° 200	311.94	421.57	109.63
CAZOLETA	413.07	440.96	27.89
	5537.85	6073.27	535.42

CALICATA N° 03

CALICATA 3			
H= 0.50m		W TOTAL= 505.4	
TAMIZ	W TAMIZ	W TAMIZ + SUELO	W SUELO
1"	769.75	769.75	0
3/4"	810.21	810.21	0
1/2"	527.35	527.35	0
3/8"	474.06	474.06	0
N° 04	451.98	461.86	9.88
N° 10	371.81	406.01	34.2
N° 20	396.96	442.56	45.6
N° 40	371.33	425.29	53.96
N° 60	323.43	388.03	64.6
N° 100	315.96	484.68	168.72
N° 200	311.94	413.78	101.84
CAZOLETA	413.07	439.67	26.6
	5537.85	6043.25	505.4

CALICATA 3			
H= 1.00m		W TOTAL= 543.33	
TAMIZ	W TAMIZ	W TAMIZ + SUELO	W SUELO
1"	769.75	769.75	0
3/4"	810.21	835.82	25.61
1/2"	527.35	547.89	20.54
3/8"	474.06	540.31	66.25
N° 04	451.98	542.81	90.83
N° 10	371.81	433.38	61.57
N° 20	396.96	463.5	66.54
N° 40	371.33	423	51.67
N° 60	323.43	376.84	53.41
N° 100	315.96	377.45	61.49
N° 200	311.94	345.61	33.67
CAZOLETA	413.07	424.82	11.75
	5537.85	6081.18	543.33

CALICATA 3			
H= 1.50m		W TOTAL= 500.05	
TAMIZ	W TAMIZ	W TAMIZ + SUELO	W SUELO
1"	769.75	769.75	0
3/4"	810.21	810.21	0
1/2"	527.35	539.36	12.01
3/8"	474.06	485.43	11.37
N° 04	451.98	490.37	38.39
N° 10	371.81	443.29	71.48
N° 20	396.96	461.97	65.01
N° 40	371.33	427.87	56.54
N° 60	323.43	364.15	40.72
N° 100	315.96	386.79	70.83
N° 200	311.94	431.66	119.72
CAZOLETA	413.07	427.05	13.98
	5537.85	6037.9	500.05



Anexo 04 – Perfil Estratigráfico

PERFIL ESTRATIGRAFICO															
PRO YECTO		"EVALUACION DE CANAL DE RIEGO TARA O CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENA VISTA, CASMA 2022"													
UBICACIÓN		: C.P. TARA O CHICO - BUENA VISTA - CASMA - ANCASH													
LOCALIZACIÓN		: SISTEMA UTM WGS 84: 9°25'1.41"S; 78°13'2.06"O, CUADRANTE 17S													
CALICATA		: C-01													
MUESTRA		: Obs-01, Mab-01, Mab-02, Mab-03						PROFUNDIDAD DE CALICATA 0.00 m. a -1.60 m							
FECHA		: ENERO DEL 2025						NAPA FREÁTICA NO PRESENTA							
REGISTRO DE SONDAJE															
Profundidad total (metros)	Espesor de estrato (metros)	Tipo de excavación	Tipo de extracción	Muestras obtenidas	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	HUMEDAD (w%)	L.L. (w%)	L.P. (w%)				
1.60	0.10	C	MUESTRA A CIELO ABIERTO	Obs-01		SUELO CONTAMINADO Estrato formado por suelo contaminado con restos orgánicos. Suelo formado contaminado con resto vegetales y resto de pastos.									
	0.20			Mab-01		ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO Arena de granulometría uniforme (pobremente graduada), con presencia moderada de finos no plásticos (limo). El contenido de grava es despreciable. Presenta un color beige claro a marrón claro, sin presencia de manchas orgánicas ni materiales extraños. Su textura es suave y arenosa al tacto, y no presenta aglutinamiento marcado cuando está húmedo.	SP - SM	A-3	1.60	No Presenta	No Presenta				
	0.30					0.40	0.50	0.60	0.70	Mab-02		ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA El suelo está constituido predominantemente por material grueso (grava y arena), con un contenido despreciable de finos. El material se observó de color marrón claro a gris amarillento, con textura rugosa debido a la presencia de gravas angulosas. Al manipularlo, no forma bolos ni presenta cohesión cuando está húmedo, lo que respalda su carácter no plástico. Del análisis granulométrico, se obtuvo la siguiente composición del material: 35.21 % de Grava 64.45 % de Arena	SP	A-1-a	2.62
	0.80			0.90	1.00	1.10	1.20	Mab-03				ARENA BIEN GRADUADA CON LIMO El contenido predominante corresponde a arena, con un porcentaje bajo de finos (probablemente limo) y una pequeña fracción de grava. En campo, el material presentó un tono beige a marrón claro, con textura arenosa uniforme al tacto. En estado húmedo mostró leve aglutinación, pero sin formar masas plásticas, confirmando el carácter no plástico del limo presente. El análisis granulométrico realizado a la muestra indica la siguiente distribución: 6.77 % de Grava 85.32 % de Arena	SW - SM	A-1-b	6.33
1.30	1.40	1.50	1.60												



PERFIL ESTRATIGRAFICO	
PROYECTO	"EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARA O CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENA VISTA, CASMA 2022"
UBICACIÓN	: C.P. TARA O CHICO - BUENA VISTA - CASMA - ANCASH
LOCALIZACIÓN	: SISTEMA UTM WGS 84: 9°25'1.41" S; 78°13'2.06" O, CUADRANTE 17S
CALICATA	: C-02
MUESTRA	: Obs-01, Mab-01, Mab-02, Mab-03
FECHA	: ENERO DEL 2025
	PROFUNDIDAD DE CALICATA: 0.00 m a -1.60 mt.
	NAPA FREÁTICA: NO PRESENTA

REGISTRO DE SONDAJE

Profundidad total (metros)	Esesor de estrato (metros)	Tipo de excavación	Tipo de extracción	Muestras obtenidas	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	HUMEDAD (w%)	L.L. (w%)	L.P. (w%)
1.60	0.10	C	MUESTRA A CIELO ABIERTO	Obs-01		SUELO CONTAMINADO Estrato formado por suelo contaminado con restos orgánicos. Suelo formado contaminado con resto vegetales y resto de pastos.					
	0.20			Mab-01		ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO Arena de granulometría uniforme (pobrememente graduada), con presencia moderada de finos no plásticos (limo). El contenido de grava es despreciable. Presenta un color beige claro a marrón claro, sin presencia de manchas orgánicas ni materiales extraños. Su textura es suave y arenosa al tacto, y no presenta aglutinamiento marcado cuando está húmedo.	SP - SM	A-3	0.95	No Presenta	No Presenta
	0.30					El material analizado presenta una composición mayoritariamente arenosa, con los siguientes porcentajes obtenidos del análisis granulométrico: 0.40 % de Grava 90.5 % de Arena 9.10 % de finos no plásticos					
	0.40										
0.50	A										
0.60	0.60	L									
0.70	0.70	I				ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA El suelo está constituido predominantemente por material grueso (grava y arena), con un contenido despreciable de finos. El material se observó de color marrón claro a gris amarillento, con textura rugosa debido a la presencia de gravas angulosas. Al manipularlo, no forma bolos ni presenta cohesión cuando está húmedo, lo que respalda su carácter no plástico. Del análisis granulométrico, se obtuvo la siguiente composición del material: 36.30 % de Grava 61.99 % de Arena 1.71 % de finos no plásticos	SP	A-1-a	1.43	No Presenta	No Presenta
0.80	0.80	C		Mab-02							
0.90	0.90	A									
1.00	1.00										
1.10	1.10	T				ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO Arena de granulometría uniforme (pobrememente graduada), con presencia moderada de finos no plásticos (limo) y poca presencia de grava. Presenta un color beige claro a marrón claro, sin presencia de manchas orgánicas ni materiales extraños. Su textura es suave y arenosa al tacto, y no presenta aglutinamiento marcado cuando está húmedo.	SP - SM	A-3	4.42	No Presenta	No Presenta
1.20	1.20	A		Mab-03		El material analizado presenta una composición mayoritariamente arenosa, con los siguientes porcentajes obtenidos del análisis granulométrico: 6.54 % de Grava 88.25 % de Arena 5.21 % de finos no plásticos					
1.30	1.30										
1.40	1.40										
1.50	1.50										
1.60	1.60										



PERFIL ESTRATIGRAFICO	
PROYECTO	"EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENA VISTA, CASMA 2022"
UBICACIÓN	: C.P. TARAO CHICO - BUENA VISTA - CASMA - ANCASH
LOCALIZACIÓN	: SISTEMA UTM WGS 84: 9°25'1.41" S; 78°13'2.06" O, CUADRANTE 17S
CALICATA	: C-03
MUESTRA	: Obs-01, Mab-01, Mab-02, Mab-03
FECHA	: ENERO DEL 2025
	PROFUNDIDAD DE CALICATA: 0.00 m. a -1.60 mt.
	NAPA FREÁTICA: NO PRESENTA

REGISTRO DE SONDAJE

Profundidad total (metros)	Espesor de estrato (metros)	Tipo de excavación	Tipo de extracción	Muestras obtenidas	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	HUMEDAD (w%)	L.L. (w%)	L.P. (w%)
1.60	0.10	C A L I C A T A	MUESTRA A CIELO ABIERTO	Obs-01		SUELO CONTAMINADO Estrato formado por suelo contaminado con restos orgánicos. Suelo formado contaminado con resto vegetales y resto de pastos.					
	0.20			Mab-01		ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO Arena de granulometría uniforme (pobremente graduada), con presencia moderada de finos no plásticos (limo). El contenido de grava es despreciable. Presenta un color beige claro a marrón claro, sin presencia de manchas orgánicas ni materiales extraños. Su textura es suave y arenosa al tacto, y no presenta aglutinamiento marcado cuando está húmedo. El material analizado presenta una composición mayoritariamente arenosa, con los siguientes porcentajes obtenidos del análisis granulométrico: 1.95 % de Grava 92.79 % de Arena 5.26 % de finos no plásticos	SP - SM	A-3	1.53	No Presenta	No Presenta
	0.30										
	0.40										
	0.50										
	0.60			Mab-02		ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA El suelo está constituido predominantemente por material grueso (grava y arena), con un contenido despreciable de finos. El material se observó de color marrón claro a gris amarillento, con textura rugosa debido a la presencia de gravas angulosas. Al manipularlo, no forma bolos ni presenta cohesión cuando está húmedo, lo que respalda su carácter no plástico. Del análisis granulométrico, se obtuvo la siguiente composición del material: 37.40 % de Grava 60.44 % de Arena 2.16 % de finos no plásticos	SP	A-1-a	2.07	No Presenta	No Presenta
	0.70										
	0.80										
	0.90										
	1.00			Mab-03		ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA El suelo está constituido predominantemente por material grueso (grava y arena), con un contenido despreciable de finos. El material se observó de color marrón claro a gris amarillento, con textura rugosa debido a la presencia de gravas angulosas. Al manipularlo, no forma bolos ni presenta cohesión cuando está húmedo, lo que respalda su carácter no plástico. Del análisis granulométrico, se obtuvo la siguiente composición del material: 12.35 % de Grava 84.85 % de Arena 2.80 % de finos no plásticos	SP	A-1-a	4.10	No Presenta	No Presenta
	1.10										
	1.20										
1.30											
1.40											
1.50											
1.60											



Anexo 05 – Análisis Granulométrico

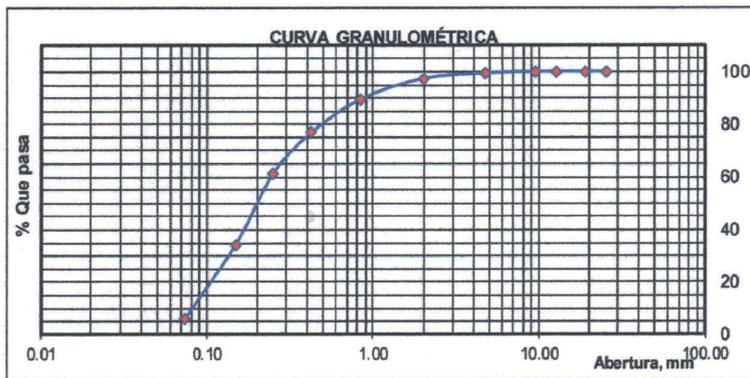
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"

UBICACIÓN : CANAL DE RIEGO TARAO CHICO - DISTRITO DE BUENAVISTA ALTA - CASMA - ANCASH.
FECHA : OCTUBRE DEL 2023.
CALICATA : C - 01
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : -0.20 - 0.70 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	2.650	99.51
Nº 10	2.000	11.230	97.44
Nº 20	0.840	42.360	89.61
Nº 40	0.425	68.720	76.91
Nº 60	0.250	83.280	61.52
Nº 100	0.149	147.490	34.26
Nº 200	0.074	151.160	6.33
< Nº 200	-	34.250	-



D60= 0.24 D30= 0.14 D10= 0.08

2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

Cu=3.000 Cc=1.021

ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

Clasif. SUCS	SP - SM
Clasif. AASHTO	A-3

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

IP ==> NO PRESENTA

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	29.600
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	130.690
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	129.100
4. Peso Agua, [gr]	1.590
5. Peso Suelo Seco, [gr]	99.500
6. Contenido de Humedad, [%]	1.60



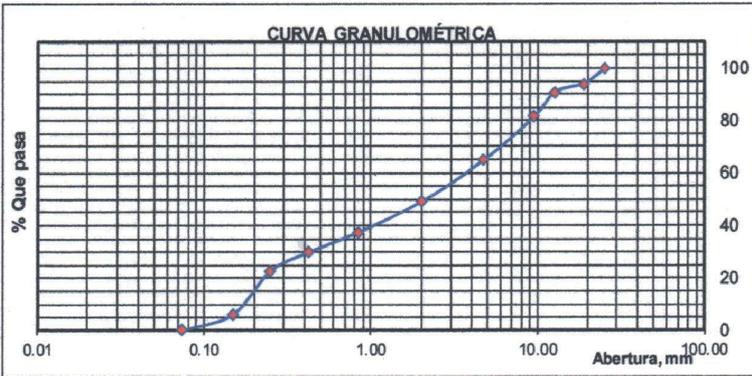
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"

UBICACIÓN : CANAL DE RIEGO TARAO CHICO - DISTRITO DE BUENAVISTA ALTA - CASMA - ANCASH.
FECHA : OCTUBRE DEL 2023.
CALICATA : C - 01
MUESTRA M-2 PROFUNDIDAD : -0.70m. - 1.20 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	35.120	93.95
1/2"	12.700	18.400	90.77
3/8"	9.525	53.820	81.49
Nº 4	4.760	96.870	64.79
Nº 10	2.000	90.690	49.16
Nº 20	0.840	67.840	37.46
Nº 40	0.425	42.750	30.09
Nº 60	0.250	41.140	23.00
Nº 100	0.149	97.040	6.27
Nº 200	0.074	34.360	0.34
< Nº 200	-	1.990	-



D60= 3.90 D30= 0.43 D10= 0.180

2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

Cu=21.667 Cc=0.263

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA

Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-1-a

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

IP ==> NO PRESENTA

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	26.900
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	151.300
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	148.120
4. Peso Agua, [gr]	3.180
5. Peso Suelo Seco, [gr]	121.220
6. Contenido de Humedad, [%]	2.62



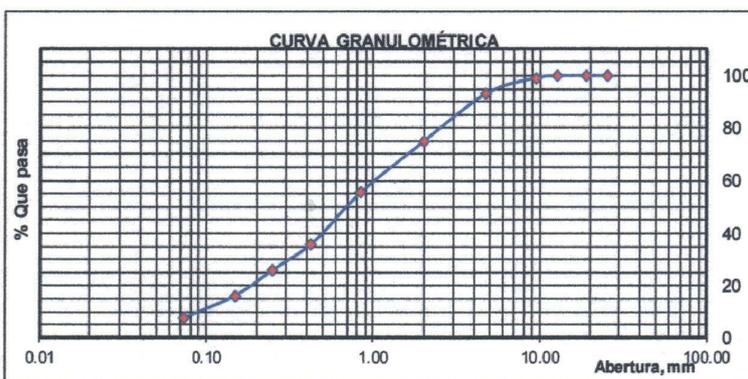
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"

UBICACIÓN : CANAL DE RIEGO TARAO CHICO - DISTRITO DE BUENAVISTA ALTA - CASMA - ANCASH.
FECHA : OCTUBRE DEL 2023.
CALICATA : C - 01
MUESTRA : M-3 **PROFUNDIDAD** : -1.20m. - 1.50 m

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.525	4.060	99.19
Nº 4	4.760	29.780	93.23
Nº 10	2.000	91.470	74.94
Nº 20	0.840	97.220	55.50
Nº 40	0.425	97.310	36.04
Nº 60	0.250	49.500	26.14
Nº 100	0.149	49.450	16.25
Nº 200	0.074	41.700	7.91
< Nº 200	-	39.550	-



D60= 1.05

D30= 0.32

D10= 0.09

Cu=11.667

Cc=1.084

2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

ARENAS BIEN GRADUADA CON LIMO

Clasif. SUCS	SW - SM
Clasif. AASHTO	A-1-b

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

IP ==> NO PRESENTA

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

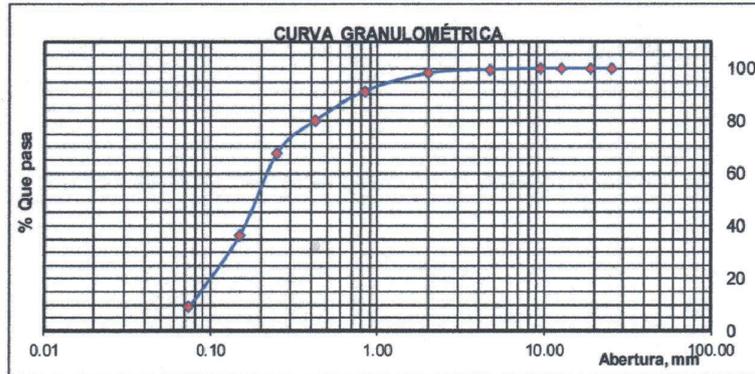
Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	28.610
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	114.250
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	109.150
4. Peso Agua, [gr]	5.100
5. Peso Suelo Seco, [gr]	80.540
6. Contenido de Humedad, [%]	6.33



RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO
TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 - 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"
UBICACIÓN : CANAL DE RIEGO TARAO CHICO - DISTRITO DE BUENAVISTA ALTA - CASMA - ANCASH.
FECHA : OCTUBRE DEL 2023.
CALICATA : C - 02
MUESTRA : M-1 **PROFUNDIDAD** : -0.20m. - 0.60 m

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	1.950	99.60
Nº 10	2.000	7.000	98.16
Nº 20	0.840	33.290	91.33
Nº 40	0.425	53.890	80.26
Nº 60	0.250	60.650	67.80
Nº 100	0.149	153.140	36.35
Nº 200	0.074	132.700	9.10
< Nº 200	-	44.320	-



D60= 0.22

D30= 0.14

D10= 0.07

2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

Cu=3.143

Cc=1.183

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO

Clasif. SUCS	SP - SM
Clasif. AASHTO	A-3

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

IP ==> NO PRESENTA
3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

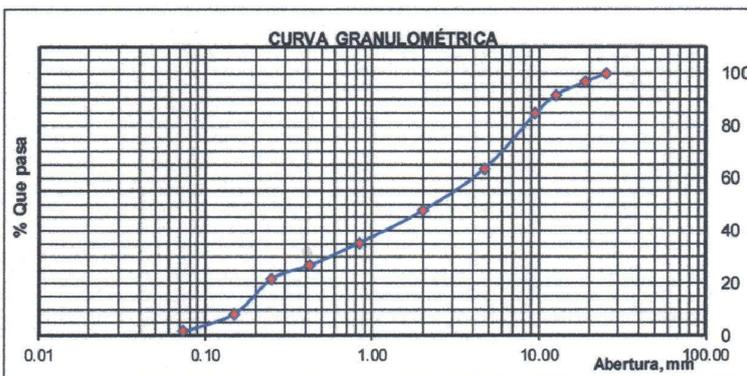
Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	24.140
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	154.650
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	153.420
4. Peso Agua, [gr]	1.230
5. Peso Suelo Seco, [gr]	129.280
6. Contenido de Humedad, [%]	0.95



RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO
TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"
UBICACIÓN : CANAL DE RIEGO TARAO CHICO - DISTRITO DE BUENAVISTA ALTA - CASMA - ANCASH.
FECHA : OCTUBRE DEL 2023.
CALICATA : C - 02
MUESTRA : M-2 **PROFUNDIDAD** : -0,60m. - 1.00 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	17.330	96.63
1/2"	12.700	25.110	91.74
3/8"	9.525	36.330	84.67
Nº 4	4.760	107.740	63.70
Nº 10	2.000	82.580	47.63
Nº 20	0.840	62.700	35.43
Nº 40	0.425	43.150	27.03
Nº 60	0.250	26.730	21.83
Nº 100	0.149	69.900	8.23
Nº 200	0.074	33.490	1.71
< Nº 200	-	8.790	-



D60= 4.10 D30= 0.56 D10= 0.17

2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

Cu=24.118 Cc=0.450

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA

Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-1-a

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

IP ==> NO PRESENTA

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	26.490
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	170.290
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	168.260
4. Peso Agua, [gr]	2.030
5. Peso Suelo Seco, [gr]	141.770
6. Contenido de Humedad, [%]	1.43



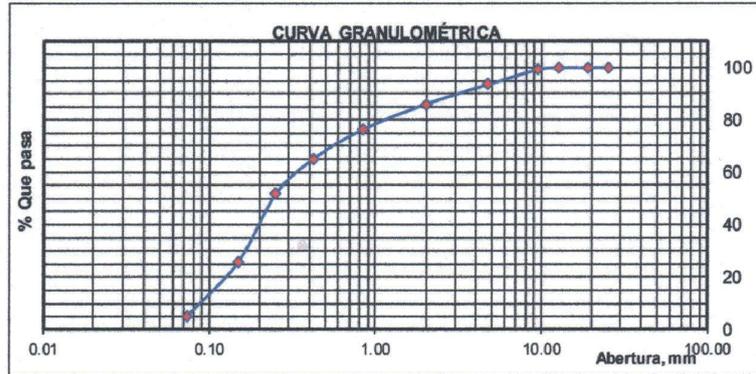
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAÓ CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"

UBICACIÓN : CANAL DE RIEGO TARAÓ CHICO - DISTRITO DE BUENAVISTA ALTA - CASMA - ANCASH.
 FECHA : OCTUBRE DEL 2023.
 CALICATA : C - 02
 MUESTRA M-3 PROFUNDIDAD : -1.00 - 1.50 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.525	3.650	99.32
Nº 4	4.760	31.360	93.46
Nº 10	2.000	39.370	86.11
Nº 20	0.840	51.610	76.47
Nº 40	0.425	59.940	65.27
Nº 60	0.250	72.450	51.74
Nº 100	0.149	139.520	25.68
Nº 200	0.074	109.630	5.21
< Nº 200	-	27.890	-



D60= 0.33

D30= 0.17

D10= 0.09

Cu=3.793

Cc=1.007

2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

ARENAS POBREMENTE GRADUADA CON LIMO

Clasif. SUCS	SP - SM
Clasif. AASHTO	A-3

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

IP ==> NO PRESENTA

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	27.090
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	159.490
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	153.880
4. Peso Agua, [gr]	5.610
5. Peso Suelo Seco, [gr]	126.790
6. Contenido de Humedad, [%]	4.42



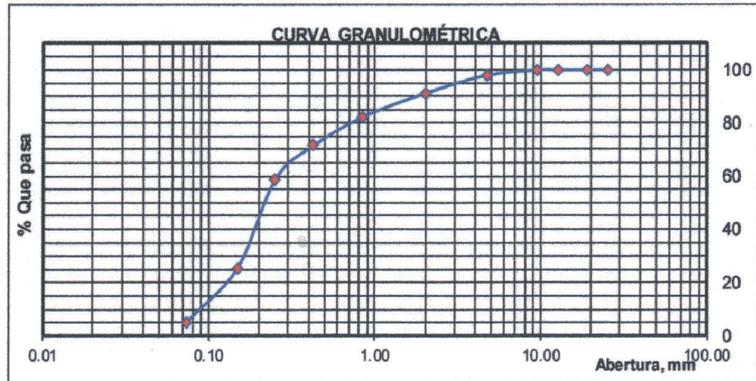
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"

UBICACIÓN : CANAL DE RIEGO TARAO CHICO - DISTRITO DE BUENAVISTA ALTA - CASMA - ANCASH.
FECHA : OCTUBRE DEL 2023.
CALICATA : C - 03
MUESTRA M-1 **PROFUNDIDAD** : -0.30 - 0.80 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	9.880	98.05
Nº 10	2.000	34.200	91.28
Nº 20	0.840	45.600	82.26
Nº 40	0.425	53.960	71.58
Nº 60	0.250	64.600	58.80
Nº 100	0.149	168.720	25.41
Nº 200	0.074	101.840	5.26
< Nº 200	-	26.600	-



D60= 0.26

D30= 0.17

D10= 0.09

Cu=2.955

Cc=1.263

2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

Clasif. SUCS	SP - SM
Clasif. AASHTO	A-3

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

IP ==> NO PRESENTA

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	30.240
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	147.530
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	145.760
4. Peso Agua, [gr]	1.770
5. Peso Suelo Seco, [gr]	115.520
6. Contenido de Humedad, [%]	1.53



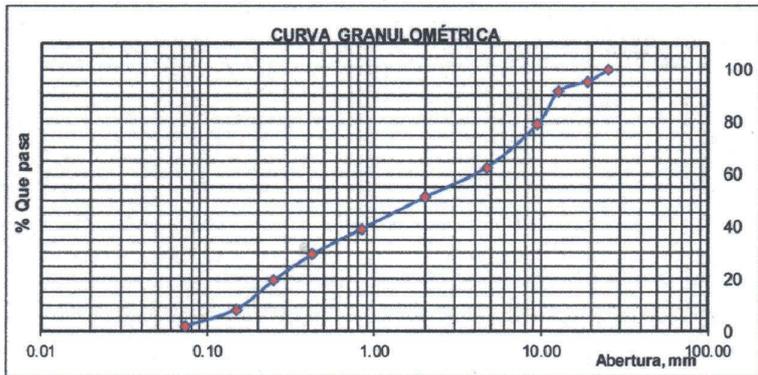
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"

UBICACIÓN : CANAL DE RIEGO TARAO CHICO - DISTRITO DE BUENAVISTA ALTA - CASMA - ANCASH.
FECHA : OCTUBRE DEL 2023.
CALICATA : C - 03
MUESTRA M-2 **PROFUNDIDAD** : -0.80m. - 1.10 m.

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	25.610	95.29
1/2"	12.700	20.540	91.51
3/8"	9.525	66.250	79.31
Nº 4	4.760	90.830	62.60
Nº 10	2.000	61.570	51.26
Nº 20	0.840	66.540	39.02
Nº 40	0.425	51.670	29.51
Nº 60	0.250	53.410	19.68
Nº 100	0.149	61.490	8.36
Nº 200	0.074	33.670	2.16
< Nº 200	-	11.750	-



D60= 4.10

D30= 0.44

D10= 0.17

2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

Cu=24.118

Cc=0.278

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA

Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-1-a

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

IP ==> NO PRESENTA

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	27.180
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	146.100
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	143.690
4. Peso Agua, [gr]	2.410
5. Peso Suelo Seco, [gr]	116.510
6. Contenido de Humedad, [%]	2.07



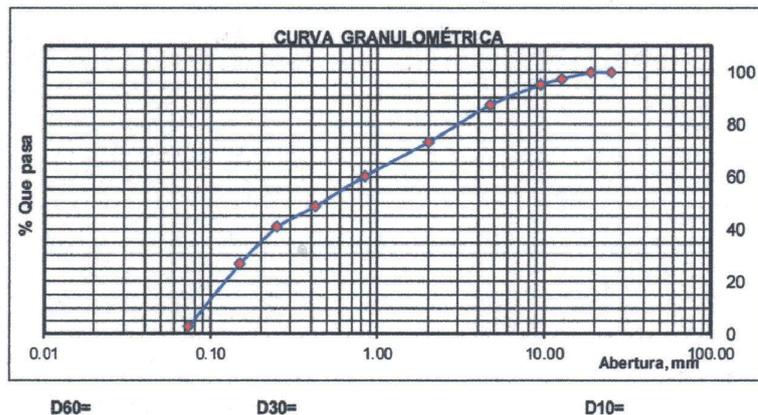
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARA O CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"

UBICACIÓN : CANAL DE RIEGO TARA O CHICO - DISTRITO DE BUENAVISTA ALTA - CASMA - ANCASH.
 FECHA : OCTUBRE DEL 2023.
 CALICATA : C - 03
 MUESTRA M-3 PROFUNDIDAD : -1.10m. - 1.50 m

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	12.010	97.60
3/8"	9.525	11.370	95.32
Nº 4	4.760	38.390	87.65
Nº 10	2.000	71.480	73.35
Nº 20	0.840	65.010	60.35
Nº 40	0.425	56.540	49.05
Nº 60	0.250	40.720	40.90
Nº 100	0.149	70.830	26.74
Nº 200	0.074	119.720	2.80
< Nº 200	-	13.980	-



2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

ARENA POBREMENTE GRADUADA CON GRAVA

Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-1-a

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

IP ==> NO PRESENTA

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	27.650
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	107.540
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	104.390
4. Peso Agua, [gr]	3.150
5. Peso Suelo Seco, [gr]	76.740
6. Contenido de Humedad, [%]	4.10



Anexo 06 – Diseño del canal de riego

a). Datos obtenidos para el diseño

CAUDAL $Q = 1.49 \text{ m}^3/\text{seg}$

Tipo de Suelo	Pendiente (S)
Suelos Suelos	0,5 - 2,0
Suelos Francos	2,5 - 2,5
Suelos Arcillosos	3,0 - 4,5

$S = 0.005$

Características de los suelos	Canales poco profundos		Canales Profundos	
	H	V		
Roca en buenas condiciones	Verticales		0.25	2
Arcillas compactas o conglomerados	0.5	2	2	2
Limos Arcillosos	2	2	2.5	2
Limos Arenosos	2.5	2	2	2
Arenas Seltas	2	2	3	2

Se considero un canal de sección Rectangular por lo tanto tiene un talud $Z=0$

$Z = 0$

n	Superficie
0.020	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre
0.022	Concreto muy liso
0.023	Madera suave, metal, concreto
0.027	Canales de tierra, buenas condiciones
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación
0.025	Arcillas Limosa
0.035	Canales naturales con abundante vegetación
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras

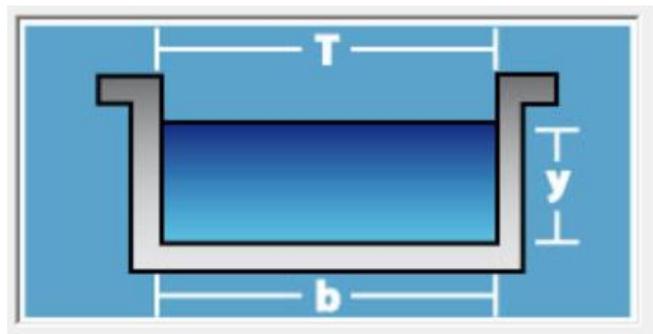
Para un canal de concreto se puede tomar un coeficiente de rugosidad $n=0.023$

$n = 0.023$

Caudal (m ³ /s)	Ancho de solera (cm)
Menor que 0.2	30
Entre 0.2 y 0.4	60
Entre 0.2 y 0.4	75
Mayor que 0.4	200

Según el cuadro: $b=0.8$ m

$$b = 0.8$$

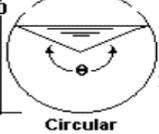
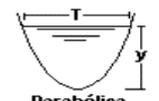


Asumiendo un tirante $Y = 2$ m

Y	$=$	0.82 m
-----	-----	----------

Figura 26

Propiedades geométricas de una sección transversal de un canal

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

Cálculo del área hidráulica
Según la figura 26

$$A = 0.66m^2$$

Cálculo del perímetro mojado.
Según la figura 26

$$P = 2.44m$$

Cálculo de la velocidad.

$$V = Q/A \quad m/s$$

$$V = 2.27m/seg$$

Cálculo del radio hidráulico.

$$R = 0.27m$$

Cálculo del espejo de Agua.

$$T = b$$

$$T = 0.80m$$

Borde Libre Cuadro N°22

$$BL = 0.20m$$

Cálculo de la profundidad total del canal.

$$H = Y + BL$$

$$H = 0.92m$$

$$USAR H = 0.95$$

VERIFICAMOS SI CUMPLE CON EL TIRANTE ASUMIDO

$$\frac{Q * n}{S^{1/2}} = AR^{2/3}$$

$(Q*n)/(S^{1/2})$	$A*(R^{2/3})$
0.273	0.273

(cumple)

Verificando los resultados con el Software "HCANALES"

Anexo 07 – Diseño del puente tipo cajón

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

Datos

Geometría

Base exterior de la alcantarilla	$B_c =$	1.3	m
Altura exterior de la alcantarilla	$H_c =$	1.55	m
Espesor del muro	$t_m =$	0.25	m
Espesor de la losa	$t_{tl} =$	0.3	m
Espesor de la base de losa	$t_{bl} =$	0.3	m
Altura de relleno	$H =$	0	m
Faja de diseño para 1 metro lineal	$b =$	1.0	m

Propiedades del suelo

Peso del material de relleno sobre la alcantarilla	$\gamma_r =$	1700	kg/m ³
Ángulo de fricción interna	$\phi_f =$	32	°

Materiales - concreto

Resistencia especificada de concreto a compresión	$f'_c =$	280	kg/cm ²
Deformación unitaria máxima del concreto en compr	$\epsilon_{cu} =$	0.003	
Tamaño máximo de los agregados	TMA =	3/4	"

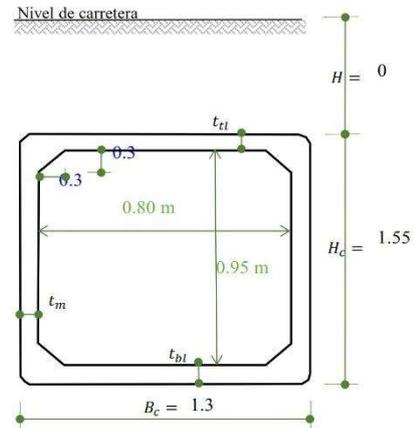
Factor que especifica la profundidad del bloque equivalente de esfuerzos a compresión

$$\beta_1 = \begin{cases} 0.85, & \text{si } f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2 \\ 1.05 - \frac{f'_c}{1400} \geq 0.65, & \text{si } f'_c > 280 \text{ kg/cm}^2 \end{cases} \quad \beta_1 = 0.85$$

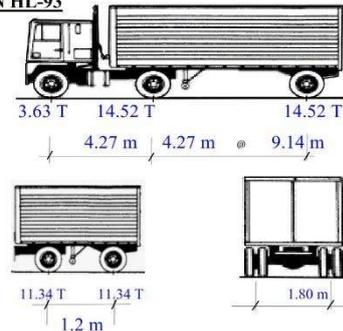
Peso específico del concreto	$\gamma_c =$	2400	kg/m ³
Peso específico del agua	$\gamma_a =$	1000	kg/m ³

Materiales - Acero refuerzo longitudinal y transversal

Esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuer	$f_y =$	4200	kg/cm ²
Módulo de elasticidad del acero	$E_s =$	2040000	kg/cm ²
Deformación unitaria de fluencia del acero	$\epsilon_y =$	0.00206	



CAMIÓN HL-93



I. Cargas de la alcantarilla (En fajas de diseño de 1.00m de ancho)

1.1. Carga muerta (DC)

Peso propio de la losa superior:	$P_{\text{losa sup}} = t_{tl} * (B_c - t_m) * b * \gamma_c =$	756	kg
Peso propio de cada pared lateral:	$P_{\text{pared lat}} = t_m * (H_c - t_{tl}/2 - t_{tbl}/2) * b * \gamma_c =$	750	kg
Peso propio de una cartela:	$P_{\text{cartela}} = 1/2 * 0.3 * 0.3 * b * \gamma_c =$	108	kg
Peso propio de losa fondo:	<i>No se aplica en razón de ser directamente soportada del terreno.</i>		
Carga distribuida sobre el terreno por peso prop DC fondo =	$(756 + 2*750 + 4*108) / 1.05 =$	2560	kg/m

1.2. Presión Vertical del Terreno (EV)

Se calcula previamente el factor F_e para tener en cuenta la interacción suelo-estructura:

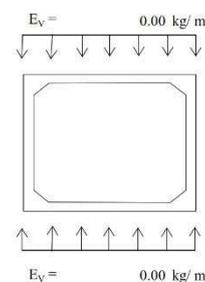
$$F_e = 1 + 0.20 (H/B_c) \leq 1.15 \quad (\text{AASHTO Art. 12.11.2.2.1-2})$$

$$F_e = 1 < 1.15 \quad \text{¡Cumple!}$$

Presión del terreno en la parte superior de la alcantarilla:

$$E_v = F_e * \gamma_r * H = 0 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{Art. 12.11.2.2.1-1})$$

Asumiendo que la losa de fondo es rígida comparada a la sub-base, las reacciones del suelo a las cargas verticales aplicadas a la alcantarilla se consideran uniformemente distribuidas en el fondo de la losa.



ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

1.3. Presión Horizontal del terreno (EH) (Art. 3.11.5)

El coeficiente de empuje lateral activo (tería de Rankine) para un ángulo de fricción interna del terreno $\phi_f = 32^\circ$, es:

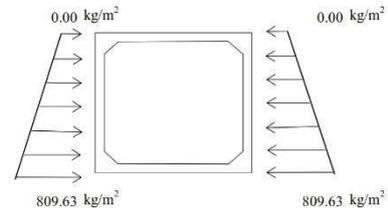
$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi_f / 2) = 0.3072585 \quad (3.11.5.3-1 \text{ y } 3.11.5.3-2)$$

Presión lateral del terreno en la parte superior de la alcantarilla:

$$EH_1 = K_a * \gamma_r * H_1 = 0 \text{ kg/m}^2 \quad (3.11.5.1-1)$$

Presión lateral del terreno en la parte inferior de la alcantarilla:

$$EH_2 = K_a * \gamma_r * H_2 = 809.62621 \text{ kg/m}^2 \quad (3.11.5.1-1)$$



1.4. Sobrecarga por carga viva (LS) (Art. 3.11.6.4)

1.4.1. Carga lateral en la parte superior de la alcantarilla

De la Tabla 3.11.6.4-1, por interpolación, para una altura medida desde la losa superior hasta el borde superior del terreno de 0.00 m la altura equivalente de terreno es: $h_{eq} = 1.50 \text{ m}$

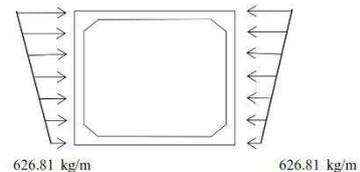
$$LS_{sup} = K_a * \gamma_r * h_{eq} * b = 783.51 \text{ kg/m} \quad (Art. 3.11.6.4-1)$$



1.4.2. Carga lateral en el fondo de la alcantarilla

Interpolando para una altura de 1.55 m, la altura de terreno equivalente es: $h_{fondo} = 1.20 \text{ m}$

$$LS_{fondo} = K_a * \gamma_r * h_{eq} * b = 626.81 \text{ kg/m} \quad (Art. 3.11.6.4-1)$$

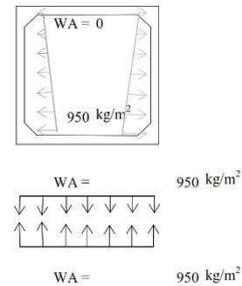


1.5. Carga de Agua (WA) (Art. 3.7.1)

En este caso necesitamos considerar dos casos de carga: alcantarilla colmada de agua y alcantarilla vacía. Al interior de la alcantarilla, cuando la alcantarilla está colmada, en la parte superior la presión de agua es cero. En el fondo de la alcantarilla, la presión del agua es:

$$WA = \gamma_a * h = 950 \text{ kg/m}^2$$

La zona del suelo en la parte inferior de la alcantarilla reacciona con una presión semejante.



1.6. Carga Viva (LL+IM) (Art. 3.6.1.3.3)

El factor de carga dinámica (IM) para el caso de elementos enterrados es:

$$IM = 33(1-0.41 (DE)) \geq 0 \quad (Art. 3.6.2.2-1)$$

$$IM = 33.00 \% > 0 \quad \text{¡Cumple!}$$

1.6.1. Carga de camión HL-93 (una vía cargada):

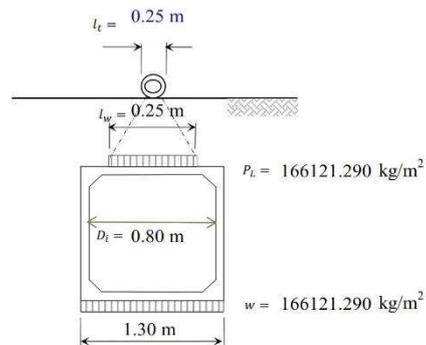
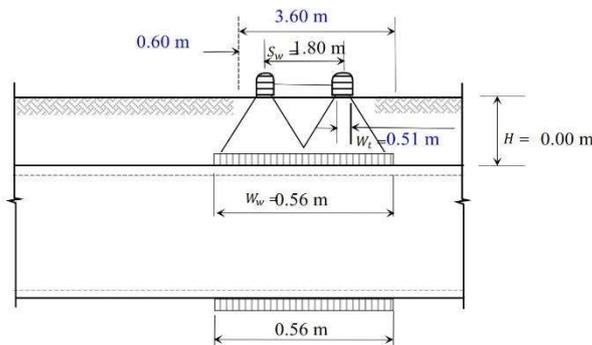


Figura: Carga camión ocupado un carril en la alcantarilla

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

Siendo:

$$\begin{aligned}
 s_w &= \text{Espaciamiento de la rueda} = 1.80 \text{ m} & H &= \text{Profundidad del relleno sobre la alcantarilla} = 0.00 \text{ m} \\
 w_i &= \text{Ancho de la hella de la rueda} = 0.51 \text{ m} & s_a &= \text{Espaciamiento de ejes:} \\
 D_i &= \text{Luz libre de la alcantarilla (m)} = 0.80 \text{ m} & \text{Camión} & 4.27 \text{ m} & \text{Tandem} & 1.20 \text{ m} \\
 \text{LLDF} &= 1.15 \text{ (Tabla 3.6.1.2.6a-1)} & l_i &= \text{Longitud de huella de la rueda} = 0.25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

a) Cálculo de W_w :

$$H_{\text{int-t}} = \frac{s_w - w_i - 0.06D_i}{\text{LLDF}} = 1.08 \text{ m} \quad (3.6.1.2.6b-1) \quad H = 0.00 \text{ m} < H_{\text{int-t}} = 1.08 \text{ m}$$

$$w_w = w_i + \text{LLDF}(H) + 0.06D_i = 0.56 \text{ m} \quad (3.6.1.2.6b-2)$$

b) Cálculo de l_w :

$$H_{\text{int-p}} = \frac{s_a - l_i}{\text{LLDF}} = 3.50 \text{ m} \quad (3.6.1.2.6b-4) \quad \text{Como: } H = 0.00 \text{ m} < H_{\text{int-p}} = 3.50 \text{ m}$$

$$l_w = l_i + \text{LLDF}(H) = 0.25 \text{ m} \quad (3.6.1.2.6b-5)$$

c) Cálculo de la presión P_L :

La presión por carga viva del camión en la superficie con $m = 1.20$, es:

$$P_L = \frac{P(1+IM)n}{A_{LL}} = 166121.29 \text{ kg/m}^2 \quad (3.6.1.2.6b-7)$$

La reacción del terreno será:

$$w = \frac{166,121.290 \times 0.25}{1.3} = 31946.4 \text{ kg/m}^2$$

1.6.2. Carga de Tandem (una vía cargada):

a) Cálculo de W_w :

$$H_{\text{int-t}} = \frac{s_w - w_i - 0.06D_i}{\text{LLDF}} = 1.08 \text{ m} \quad (3.6.1.2.6b-1) \quad H = 0.00 \text{ m} < H_{\text{int-t}} = 1.08 \text{ m}$$

$$w_w = w_i + \text{LLDF}(H) + 0.06D_i = 0.56 \text{ m} \quad (3.6.1.2.6b-2)$$

b) Cálculo de l_w :

$$H_{\text{int-p}} = \frac{s_a - l_i}{\text{LLDF}} = 0.83 \text{ m} \quad (3.6.1.2.6b-4) \quad \text{Como: } H = 0.00 \text{ m} < H_{\text{int-p}} = 0.83 \text{ m}$$

$$l_w = l_i + \text{LLDF}(H) = 0.25 \text{ m} \quad (3.6.1.2.6b-5)$$

c) Cálculo de la presión P_L :

La presión por carga viva del camión en la superficie con $m = 1.20$, es:

$$P_L = \frac{P(1+IM)n}{A_{LL}} = 259478.71 \text{ kg/m}^2 \quad (3.6.1.2.6b-7)$$

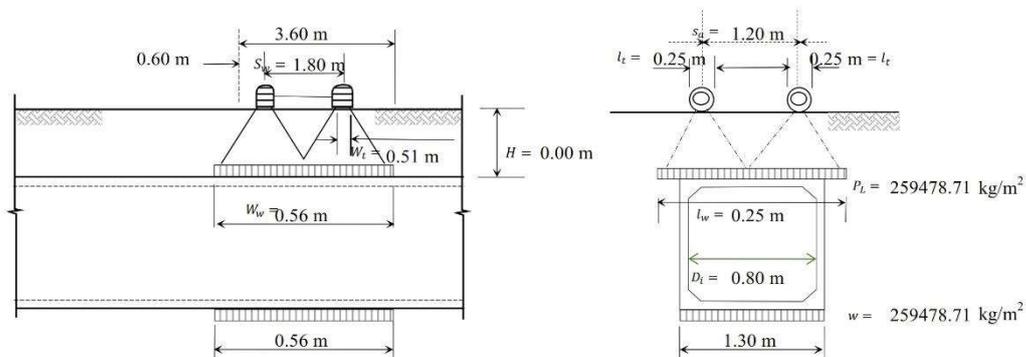


Figura: Carga tándem ocupado un carril en la alcantarilla

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

1.6.3. Sobrecarga de vía:

No es aplicable según el Art. 3.6.1.2.6a

1.6.4. Carga viva crítica:

Usaremos el mayor valor de carga camión y tándem por lo que usaremos para el diseño por Resistencia y Carga de Servicio.

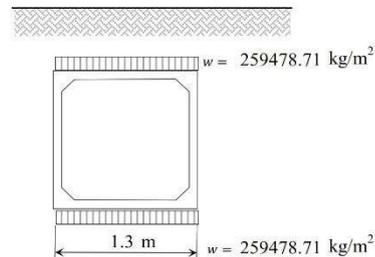


Figura: Carga viva crítica en la alcantarilla

II. Combinaciones de Carga

(Tabla 3.4.1-1)

Para los estados límites de Resistencia y Servicio, los casos que se muestran son considerados. El caso de fatiga no necesita ser investigado en alcantarillas tipo cajón de concreto reforzado, según el Art. 5.5.3.1

Las combinaciones de carga para el estado Límite de Resistencia I que se han tomado en cuenta, son (con $n = 1$):

1. $U = n [1.25DC + 1.3EV + 1.35EH + 1.75(LL+IM) + 1.75LS]$ (Cargas verticales y horizontales máximas)
2. $U = n [0.9DC + 0.9EV + 1.35EH + 1.75LS]$ (Cargas verticales mínimas, horizontales máximas)
- 3a. $U = n [1.25DC + 1.3EV + 0.9EH + 1.75(LL+IM) + 1.0WA]$ (Cargas verticales máximas, horizontales mínimas, alcantarilla con agua)
- 3b. $U = n [1.25DC + 1.3EV + 0.9EH + 1.75(LL+IM)]$ (Cargas verticales máximas, horizontales mínimas, alcantarilla sin agua)

	DC	LS	EH	EV	LL+IM	WA
1. $U =$	1.25	1.75	1.35	1.30	1.75	0
2. $U =$	0.90	1.75	1.35	0.90	0	0
3a. $U =$	1.25	0	0.90	1.30	1.75	1.00
3b. $U =$	1.25	0	0.90	1.30	1.75	0

1 1 1 1 1 1

Combinaciones de carga para el estado límite de Servicio I:

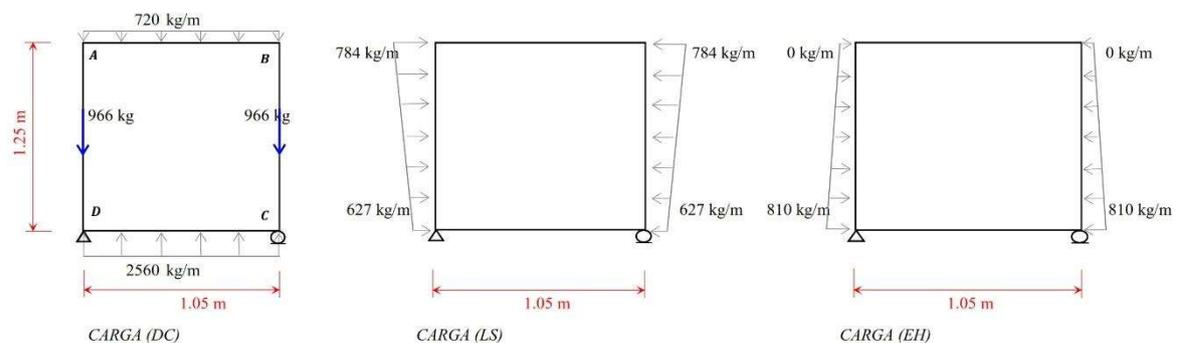
4. $U = DC + EV + EH + (LL + IM) + LS$ (Cargas verticales y horizontales máximas)
5. $U = DC + EV + EH + LS$ (Cargas verticales mínimas, horizontales máximas)
- 6a. $U = DC + EV + EH + (LL + IM) + WA$ (Cargas verticales máximas, horizontales mínimas, alcantarilla con agua)
- 6b. $U = DC + EV + EH + (LL + IM)$ (Cargas verticales máximas, horizontales mínimas, alcantarilla sin agua)

	DC	LS	EH	EV	LL+IM	WA
4. $U =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0
5. $U =$	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0
6a. $U =$	1.00	0	1.00	1.00	1.00	1.00
6b. $U =$	1.00	0	1.00	1.00	1.00	0

III. Análisis Estructural de Alcantarilla

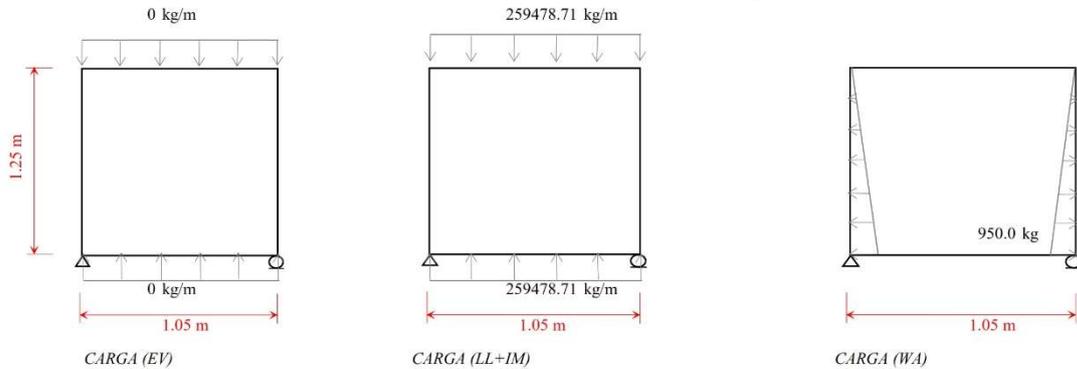
Para el análisis estructural se ha considerado que la losa de fondo de la alcantarilla es rígida con respecto al suelo. Deberá según sea el caso adoptarse esta u otra consideración al respecto.

3.1. Estados de carga



ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN

PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01


3.2. Análisis Estructural

Para el cálculo de esfuerzo de corte y momentos utilizaremos el método CROSS.

3.2.1 . Esfuerzo de corte:

CARGA (DC)

CARGA (LS)

CARGA (EH)

CARGA (EV)

CARGA (LL+IM)

CARGA (WA)

	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
	AD	AB	BA	BC	CB	CD	DC	DA
CARGA (DC)	-88.4	378.0	378.0	-88.4	88.4	1344.0	1344.0	88.4
CARGA (LS)	458.2	0.0	0.0	458.2	423.3	0.0	0.0	423.3
CARGA (EH)	162.8	0.0	0.0	162.8	343.2	0.0	0.0	343.2
CARGA (EV)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (LL+IM)	0.0	32434.8	32434.8	0.0	0.0	32434.8	32434.8	0.0
CARGA (WA)	191.1	0.0	0.0	191.1	402.7	0.0	0.0	402.7

Resistencia I $n = 1.00$

Combinación

1. V =

1. V =	109.3	57233.5	57233.5	109.3	573.8	58441.0	58441.0	573.8
2. V =	140.2	340.2	340.2	140.2	542.9	1209.6	1209.6	542.9
3a. V =	-155.1	57233.5	57233.5	-155.1	16.7	58441.0	58441.0	16.7
3b. V =	36.0	57233.5	57233.5	36.0	419.4	58441.0	58441.0	419.4

Servicio I

Combinación

4. V =

Combinación

5. V =

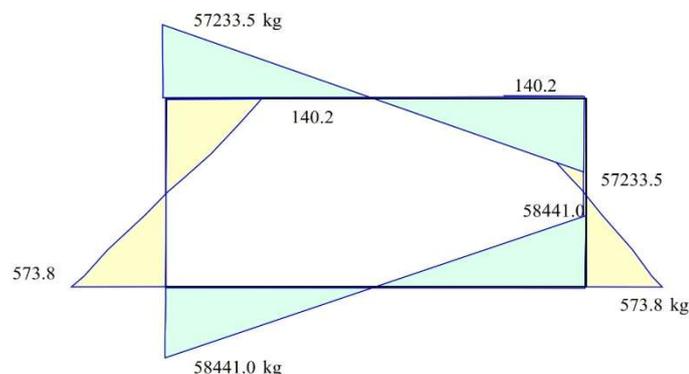
Combinación

6a. V =

Combinación

6b. V =

4. V =	74.4	32812.8	32812.8	74.4	431.6	33778.8	33778.8	431.6
5. V =	74.4	378.0	378.0	74.4	431.6	1344.0	1344.0	431.6
6a. V =	-116.7	32812.8	32812.8	-116.7	28.9	33778.8	33778.8	28.9
6b. V =	74.4	32812.8	32812.8	74.4	431.6	33778.8	33778.8	431.6

Envolvente de cortante, estado de Resistencia I


ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

3.2.2. Momento flector:

	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
	AD	AB	BA	BC	CB	CD	DC	DA
<i>CARGA (DC)</i>	6.8	-6.8	6.8	-6.8	117.3	-117.3	117.3	-117.3
	62.0	-92.5		62.0		-235.5		62.0
<i>CARGA (LS)</i>	54.7	-54.7	54.7	-54.7	53.3	-53.3	53.3	-53.3
	-83.8	54.7		-83.8		53.3		-83.8
<i>CARGA (EH)</i>	27.4	-27.4	27.4	-27.4	34.7	-34.7	34.7	-34.7
	-49.6	27.4		-49.6		34.7		-49.6
<i>CARGA (EV)</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0		0.0		0.0		0.0
<i>CARGA (LL+IM)</i>	9816.3	-9816.3	9816.3	-9816.3	9816.3	-9816.3	9816.3	-9816.3
	9816.3	28547.4		9816.3		28547.4		9816.3
<i>CARGA (WA)</i>	-32.1	32.1	-32.1	32.1	-40.7	40.7	-40.7	40.7
	58.2	-32.1		58.2		-40.7		58.2

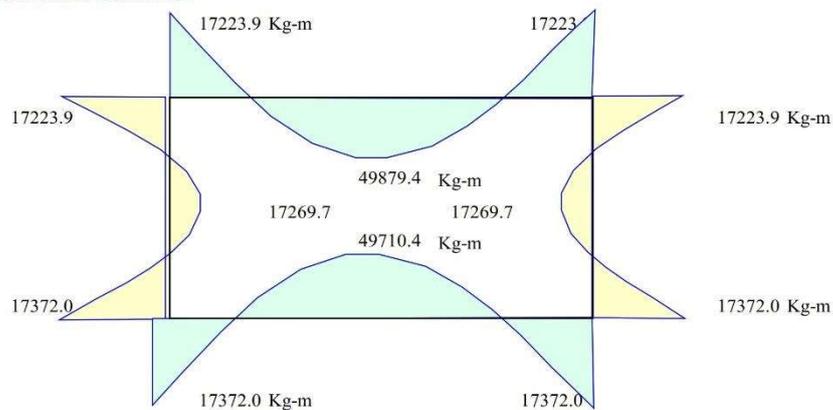
Resistencia I $n = 1.00$

<i>Combinación</i>	1. M =	17223.9	-17223.9	17223.9	-17223.9	17372.0	-17372.0	17372.0	-17372.0
		17189.1	49879.4		17189.1		49710.4		17189.1
<i>Combinación</i>	2. M =	43.0	-43.0	43.0	-43.0	152.4	-152.4	152.4	-152.4
		-11.1	-46.3		-11.1		-165.1		-11.1
<i>Combinación</i>	3a. M =	17179.5	-17179.5	17179.5	-17179.5	17315.7	-17315.7	17315.7	-17315.7
		17269.7	49834.9		17269.7		49654.2		17269.7
<i>Combinación</i>	3b. M =	17211.6	-17211.6	17211.6	-17211.6	17356.4	-17356.4	17356.4	-17356.4
		17211.4	49867.0		17211.4		49694.8		17211.4

Servicio I

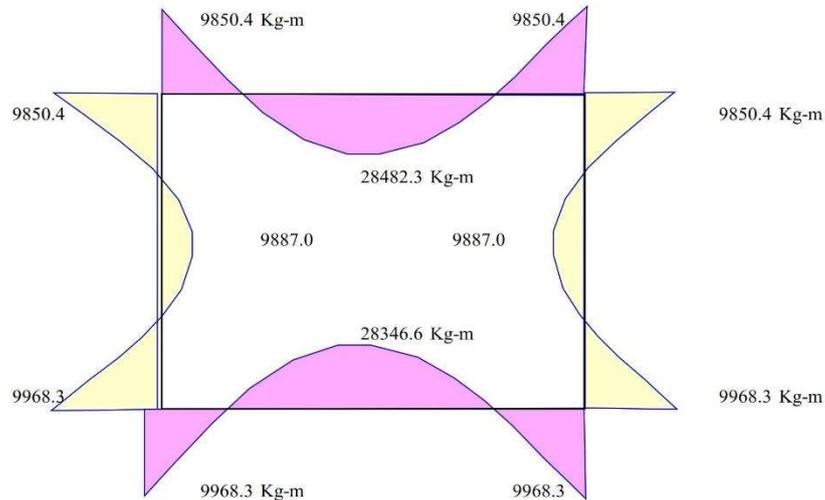
<i>Combinación</i>	4. M =	9850.4	-9850.4	9850.4	-9850.4	9968.3	-9968.3	9968.3	-9968.3
		9828.7	28482.3		9828.7		28346.6		9828.7
<i>Combinación</i>	5. M =	34.1	-34.1	34.1	-34.1	152.0	-152.0	152.0	-152.0
		12.4	-65.1		12.4		-200.8		12.4
<i>Combinación</i>	6a. M =	9818.3	-9818.3	9818.3	-9818.3	9927.6	-9927.6	9927.6	-9927.6
		9887.0	28450.2		9887.0		28305.9		9887.0
<i>Combinación</i>	6b. M =	9850.4	-9850.4	9850.4	-9850.4	9968.3	-9968.3	9968.3	-9968.3
		9828.7	28482.3		9828.7		28346.6		9828.7

Envolvente momento, Estado de Resistencia I



ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

Envolvente momento, Estado de Servicio I



IV. Cálculo de acero

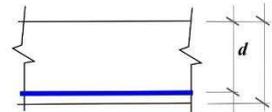
4.1. Losa superior

4.1.1. Diseño de aceros

4.1.1.1. Acero Positivo (Perpendicular al tráfico)

Utilizando la envolvente de momentos para el estado Límite de Resistencia I

* As diseño

Momento Último	$M_u =$	<input type="text" value="49.88"/>	T-m		$w1 = 1.25932$ $w2 = 0.4356$	$\rho = w * f'c / f_y$ $A_s = \rho * b * d$
Ancho a analizar	$b =$	<input type="text" value="1.00"/>	m			
Recubrimiento	$r =$	<input type="text" value="4.00"/>	cm			

As =	M (Tn-m)	b (cm)	d (cm)	ρ	As diseño (cm ²)	ϕ	Disposición	
db $\phi =$ 2.54	49.879	100	24.73	0.02904	71.82	ϕ 1"	ϕ 1"	@ 0.07 m

* As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

* As mínimo

Las cantidades de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33M_u$

a) $M_{cr} = 1.1 f_r S$ $M_{cr} =$ Ton-m

Siendo: $f_r = 2.01 \sqrt{f_c} =$ kg/cm³ $S = bh^2/6 =$ cm³

b) $1.33 M_u =$ Ton-m

Verificación: $M_u =$ Ton-m > Ton-m **OK As resiste!**

Rediseño

Considerar en caso que indique NO resiste As!

O en caso que indique "Reducir espaciamiento" en Item 4.1.2.1.4.

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} =$	<input type="text" value="12.774138"/> cm	$M_u = \phi f_y A_s \left(d - \frac{a}{2} \right) =$	<input type="text" value="50.19"/> Ton-m
-------------------------------------	---	---	--

Ver. Rediseño: $M_u =$ Ton-m > Ton-m **OK As resiste!**

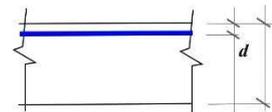
USAR: ϕ 1" @ 0.07 m

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

4.1.1.2. Acero Negativo (Perpendicular al tráfico)

Utilizando la envolvente de momentos para el estado Límite de Resistencia I

• As diseño

Momento Último	Mu =	17.22 T-m	
Ancho a analizar	b =	1.00 m	
Recubrimiento	r =	4.00 cm	

$$0.59 * w^2 - w + \frac{Mu}{0.90 * f'c * b * d^2} \quad w1 = 1.57789 \quad \rho = w * f'c / fy$$

$$w2 = 0.11702 \quad As = \rho * b * d$$

As =	M (Tn-m)	b (cm)	d (cm)	ρ	As diseño (cm ²)	\emptyset	Disposición	
2.85	17.2	100	25.05	0.00780	19.54	\emptyset 3/4"	\emptyset 3/4"	@ 0.15 m

• As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

• As mínimo

Las cantidades de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y 1.33Mu

a) M_{cr} = 1.1 f_r S M_{cr} = 5.55 Ton-m

Siendo: f_r = 2.01 √ f_c = 33.63 kg/cm³ S = bh²/6 = 15000 cm³

b) 1.33 Mu = 22.91 Ton-m

Verificación: Mu = 17.224 Ton-m > 5.550 Ton-m **OK As resiste!**

Rediseño

Considerar en caso que indique NO resiste As!

O en caso que indique "Reducir espaciamento" en Item 4.1.2.2.4.

$$a = \frac{As fy}{0.85 f'c b} = 3.5927263 \text{ cm} \quad Mu = \emptyset fy As \left(d - \frac{a}{2} \right) = 17.89 \text{ Ton-m}$$

Ver. Rediseño: Mu = 17.89 Ton-m > 5.550 Ton-m **OK As resiste!**

USAR: \emptyset 3/4" @ 0.14 m

4.1.1.3. Acero de temperatura

Ancho de losa de b = 1.00 m y una altura de: h = 0.30 m

$$As_{tem} = \frac{0.18 b h}{2(b+h)} \text{ cm}^2/\text{m} \quad (5.10.6-1) \quad As_{temp} = 2.07692 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} > 2.07692 \text{ cm}^2/\text{m} < 12.70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (5.10.6-2)$$

As =	As _{temp} (cm ²)	\emptyset	Disposición	
0.71	2.33	\emptyset 3/8"	\emptyset 3/8"	@ 0.30 m

Verificación: S_{máx} = 3t = 0.90 m S_{máx} = 0.45 m > 0.30 m **OK!** (Art. 5.10.6)

USAR: \emptyset 3/8" @ 0.30 m

Nota.- El acero de temperatura se colocará, por no contar con ningún tipo de acero, en la parte superior de la losa, en el sentido del tráfico.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

4.1.1.4. Acero de distribución

En la parte inferior de la losa se coloca armadura en la dirección secundaria en un porcentaje del acero positivo igual a:

$$\% = \frac{121}{\sqrt{S}} \leq 67\%$$

(Art. 9.7.3.2)

S = distancia entre cara de muros = 0.80 m

$$\% = 135\% > 67\%$$

Trabajaremos con: % = 0.67

$$A_{s\text{repart}} = 0.67 (71.82) = 48.12 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 2.85$$

$$db \text{ } \phi = 1.91$$

$A_{s\text{temp}}$ (cm ²)	ϕ	Disposición	
48.12	ϕ 3/4"	ϕ 3/4"	@ 0.06 m

USAR: ϕ 3/4" @ 0.06 m

4.1.2. Revisión de fisuración por distribución de armadura

4.1.2.1. Acero principal positivo:

4.1.2.1.1. Momento actuante

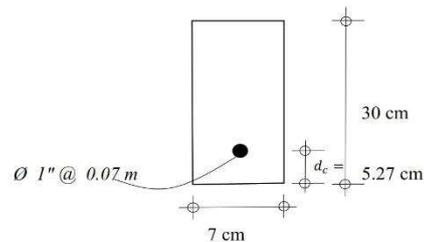
Usando la sección agrietada y una franja de 0.070 m de ancho, para el diseño por estado limite de Servicio I, con $n = n_D n_R n_I = 1.00$

$$M_s = 28.48 \text{ Ton-m/m}$$

(Tabla 3.4.1-1)

Para un ancho tributario de: 0.07 m

$$M_s = 1.99376 \text{ T-m}$$



4.1.2.1.2. Ubicación del eje neutro:

$$E_s = 2040000 \text{ kg/cm}^2 = 2040000 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.3.2)$$

$$E_c = 15300 \sqrt{f_c} = 256018 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.2.4-3)$$

$$n = E_s / E_c = 7.968$$

n: relación modular

Área de acero transformada:

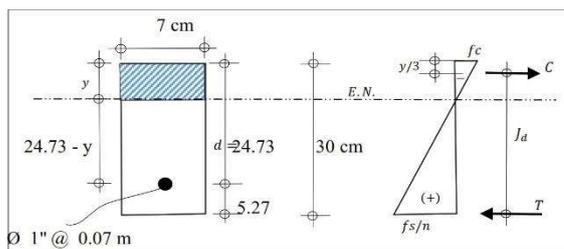
$$A_{st} = 7.97 \times 5.07 = 40.38 \text{ cm}^2$$

Momentos respecto del eje neutro para hallar y

$$7y(y/2) = 40.38 (24.73 - y)$$

$$3.5 y^2 + 40.38 y - 998.48$$

$$y = 12.080 \text{ cm}$$



4.1.2.1.3. Esfuerzo del acero principal bajo cargas de servicio:

El brazo J_d entre las cargas es $J_d = d - y/3$

$$J_d = 20.7033156 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero

$$f_{ss} = M_s / J_d * A_s = 1900.5368 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 0.6 F_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces f_{ss} será: $f_{ss} = 1900.5368 \text{ kg/cm}^2$

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 - 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

4.1.2.1.4. Separación máxima de la armadura

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1.30 \quad (5.6.7-2)$$

Para condición de exposición severa, con $\gamma_e = 0.75$ (5.6.7-1)

$$S_{\max} = \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c = 27.28 \text{ cm} > 7 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

4.1.2.2. Acero principal negativo:

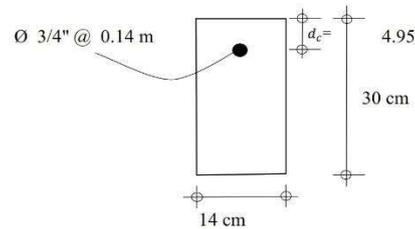
4.1.2.2.1. Momento actuante

Usando la sección agrietada y una franja de 0.140 m de ancho, para el diseño por estado límite de Servicio I, con $n = n_D n_R n_I = 1.00$

$$M_s = 9.85 \text{ Ton-m/m} \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

Para un ancho tributario de: 0.14 m

$$M_s = 1.379 \text{ T-m}$$



4.1.2.2.2. Ubicación del eje neutro:

$$E_s = 2040000 \text{ kg/cm}^2 = 2040000 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.3.2)$$

$$E_c = 15300 \sqrt{f_c} = 991553 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.2.4-3)$$

$$n = E_s / E_c = 2.057$$

n: relación modular

Área de acero transformada:

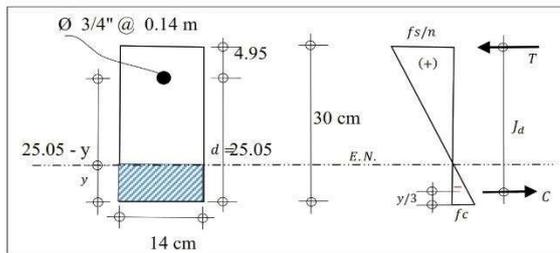
$$A_{st} = 2.06 \times 2.85 = 5.86 \text{ cm}^2$$

Momentos respecto del eje neutro para hallar y

$$14y(y/2) = 5.86(25.05 - y)$$

$$7y^2 + 5.86y - 146.879 = 0$$

$$y = 4.181 \text{ cm}$$



4.1.2.2.3. Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio:

El brazo J_d entre las cargas es $J_d = d - y/3$

$$J_d = 23.653855 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero

$$f_{ss} = M_s / J_d * A_s = 2045.5096 \text{ kg/cm}^2 < 0.6 F_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces f_{ss} será: $f_{ss} = 2045.5096 \text{ kg/cm}^2$

4.1.2.2.4 Separación máxima de la armadura

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1.28 \quad (5.6.7-2)$$

Para condición de exposición severa, con $\gamma_e = 0.75$ (5.6.7-1)

$$S_{\max} = \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c = 25.83 \text{ cm} > 14 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

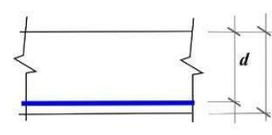
4.2. Losa Inferior

4.2.1. Diseño de aceros

4.2.1.1. Acero Positivo (Perpendicular al tráfico)

Utilizando la envolvente de momentos para el estado Limite de Resistencia I

• As diseño

Momento Último	Mu =	17.37 T-m	
Ancho a analizar	b =	1.00 m	
Recubrimiento	r =	4.00 cm	

$$0.59 * w^2 - w + \frac{Mu}{0.90 f'c * b * d^2}$$

$$w1 = 1.5768 \quad \rho = w * f'c / fy$$

$$w2 = 0.11811 \quad As = \rho * b * d$$

As =	M (Tn-m)	b (cm)	d (cm)	ρ	As diseño (cm2)	\emptyset	Disposición	
2.85	17.372	100	25.05	0.00787	19.72	\emptyset 3/4"	\emptyset 3/4"	@ 0.14 m
db \emptyset = 1.91								

• As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

• As mínimo

Las cantidades de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de Mcr y 1.33Mu

a) Mcr = 1.1 f_t S $M_{cr} = 5.55$ Ton-m

Siendo: $f_t = 2.01 \sqrt{f_c} = 33.63$ kg/cm³ $S = bh^2/6 = 15000$ cm³

b) 1.33 Mu = 23.104724 Ton-m

Verificación: Mu = 17.372 Ton-m > 5.550 Ton-m **OK As resiste!**

Rediseño

Considerar en caso que indique NO resiste As!

O en caso que indique "Reducir espaciamento" en Item 4.2.2.1.4.

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'c b} = 3.5927263 \text{ cm}$$

$$M_u = \emptyset f_y A_s \left(d - \frac{a}{2} \right) = 17.89 \text{ Ton-m}$$

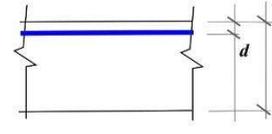
Ver. Rediseño: Mu = 17.89 Ton-m > 5.550 Ton-m **OK As resiste!**

USAR: \emptyset 3/4" @ 0.14 m

4.2.1.2. Acero Negativo (Perpendicular al tráfico)

Utilizando la envolvente de momentos para el estado Limite de Resistencia I

• As diseño

Momento Último	Mu =	49.71 T-m	
Ancho a analizar	b =	1.00 m	
Recubrimiento	r =	4.00 cm	

$$0.59 * w^2 - w + \frac{Mu}{0.90 f'c * b * d^2}$$

$$w1 = 1.26157 \quad \rho = w * f'c / fy$$

$$w2 = 0.43335 \quad As = \rho * b * d$$

As =	M (Tn-m)	b (cm)	d (cm)	ρ	As diseño (cm2)	\emptyset	Disposición	
5.07	49.7	100	24.73	0.02889	71.44	\emptyset 1"	\emptyset 1"	@ 0.07 m
db \emptyset = 2.54								

• As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

• As mínimo

Las cantidades de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de Mcr y 1.33Mu

a) Mcr = 1.1 f_t S $M_{cr} = 5.55$ Ton-m

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 - 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

Siendo: $f_r = 2.01 \sqrt{f_c} = 33.63 \text{ kg/cm}^3$ $S = bh^2/6 = 15000 \text{ cm}^3$

b) $1.33 Mu = 66.11 \text{ Ton-m}$

Verificación: $Mu = 49.710 \text{ Ton-m} > 5.550 \text{ Ton-m}$ **OK As resiste!**

Rediseño

Considerar en caso que indique NO resiste As!

O en caso que indique "Reducir espaciamento" en Item 4.2.2.2.4.

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = 12.774138 \text{ cm}$

$M_u = \phi f_y A_s \left(d - \frac{a}{2} \right) = 50.19 \text{ Ton-m}$

Ver. Rediseño: $Mu = 50.19 \text{ Ton-m} > 5.550 \text{ Ton-m}$ **OK As resiste!**

USAR: Ø 1" @ 0.07 m

As diseño (cm2)	Ø	Disposición	
72.39	Ø 1"	Ø 1"	@ 0.07 m

4.2.1.3. Acero de temperatura

Ancho de losa de $b = 1.00 \text{ m}$ y una altura de: $h = 0.30 \text{ m}$

$A_{s \text{ tem}} = \frac{0.18 b h}{2(b+h)} \text{ cm}^2/\text{m}$ (5.10.6-1)

$A_{s \text{ temp}} = 2.07692 \text{ cm}^2/\text{m}$

$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} > 2.07692 \text{ cm}^2/\text{m} < 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$ (5.10.6-2)

As = 0.71
db Ø = 0.95

As temp (cm2)	Ø	Disposición	
2.33	Ø 3/8"	Ø 3/8"	@ 0.30 m

Verificación: $Smáx = 3t = 0.90 \text{ m}$ $Smáx = 0.45 \text{ m} > 0.30 \text{ m}$ **OK!** (Art. 5.10.6)

USAR: Ø 3/8" @ 0.30 m

Nota.- El acero de temperatura se colocará, por no contar con ningún tipo de acero, en la parte superior de la losa, en el sentido del tráfico.

4.2.1.4. Acero de distribución

En la parte superior de la losa se coloca armadura en la dirección secundaria en un porcentaje del acero negativo igual a:

$\% = \frac{121}{\sqrt{S}} \leq 67\%$

(Art. 9.7.3.2)

S = distancia entre cara de muros = 0.80 m

$\% = 135\% > 67\%$

Trabajaremos con: $\% = 0.67$

$A_{s \text{ repart}} = 0.67 (71.44) = 47.87 \text{ cm}^2$

As = 2.85
db Ø = 1.91

As temp (cm2)	Ø	Disposición	
47.87	Ø 3/4"	Ø 3/4"	@ 0.06 m

USAR: Ø 3/4" @ 0.06 m

4.2.2. Revisión de fisuración por distribución de armadura

4.2.2.1. Acero principal positivo:

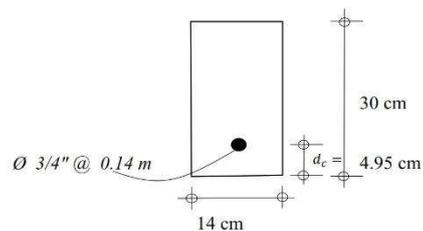
4.2.2.1.1. Momento actuante

Usando la sección agrietada y una franja de 0.14 m de ancho, para el diseño por estado límite de Servicio I, con $n = n_D n_R n_I = 1.00$

$M_s = 9.97 \text{ Ton-m/m}$ (Tabla 3.4.1-1)

Para un ancho tributario de: 0.14 m

$M_s = 1.39556 \text{ T-m}$



ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN

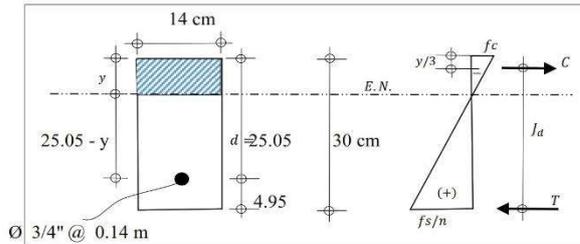
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

4.2.2.1.2. Ubicación del eje neutro:

$$E_s = 2040000 \text{ kg/cm}^2 = 2040000 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.3.2)$$

$$E_c = 15300 \sqrt{f_c} = 256018 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.2.4-3)$$

$$n = E_s / E_c = 7.968 \quad n: \text{relación modular}$$



Área de acero transformada:

$$A_{st} = 7.97 \times 2.85 = 22.71 \text{ cm}^2$$

Momentos respecto del eje neutro para hallar y

$$14y (y/2) = 22.71 (25.05 - y)$$

$$7y^2 + 22.71y - 568.86$$

$$y = 7.537 \text{ cm}$$

4.2.2.1.3. Esfuerzo del acero principal bajo cargas de servicio:

 El brazo J_d entre las cargas es $J_d = d - y/3$

$$J_d = 22.5350642 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero

$$f_{ss} = M_s / J_d * A_s = 2172.7499 \text{ kg/cm}^2 < 0.6 F_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

 Entonces f_{ss} será: $f_{ss} = 2172.7499 \text{ kg/cm}^2$
4.2.2.1.4. Separación máxima de la armadura

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1.28 \quad (5.6.7-2)$$

 Para condición de exposición severa, con $\gamma_e = 0.75 \quad (5.6.7-1)$

$$S_{\max} = \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c = 23.74 \text{ cm} > 14 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

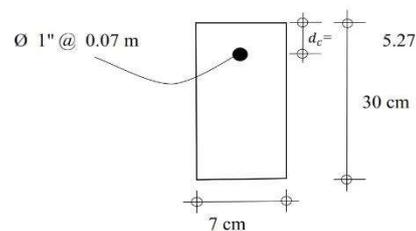
4.2.2.2. Acero principal negativo:
4.2.2.2.1. Momento actuante

 Usando la sección agrietada y una franja de 0.07 m de ancho, para el diseño por estado límite de Servicio I, con $n = n_D n_R n_I = 1.00$

$$M_s = 28.35 \text{ Ton-m/m} \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

Para un ancho tributario de : 0.07 m

$$M_s = 1.984 \text{ T-m}$$



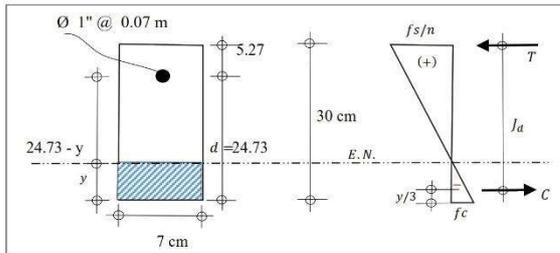
ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

4.2.2.2. Ubicación del eje neutro:

$$E_s = 2040000 \text{ kg/cm}^2 = 2040000 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.3.2)$$

$$E_c = 15300 \sqrt{f_c} = 256018 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.2.4-3)$$

$$n = E_s / E_c = 7.968 \quad n: \text{relación modular}$$



Área de acero transformada:

$$A_{st} = 7.97 \times 5.07 = 40.38 \text{ cm}^2$$

Momentos respecto del eje neutro para hallar y

$$7y(y/2) = 40.38(24.73 - y)$$

$$3.5y^2 + 40.38y - 998.4841 = 0$$

$$y = 12.080 \text{ cm}$$

4.2.2.3. Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio:

El brazo J_d entre las cargas es $J_d = d - y/3$

$$J_d = 20.7033156 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero

$$f_{ss} = M_s / J_d * A_s = 1891.4803 \text{ kg/cm}^2 < 0.6 F_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces f_{ss} será: $f_{ss} = 1891.4803 \text{ kg/cm}^2$

4.2.2.4 Separación máxima de la armadura

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1.30 \quad (5.6.7-2)$$

Para condición de exposición severa, con $\gamma_e = 0.75$ (5.6.7-1)

$$S_{\text{máx}} = \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c = 27.46 \text{ cm} > 7 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

4.3. Muro

4.3.1. Diseño de aceros

4.3.1.1. Acero pared interior

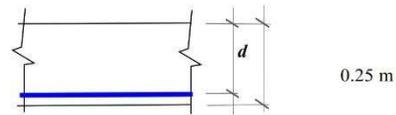
Utilizando la envolvente de momentos para el estado Límite de Resistencia I

• As diseño

Momento Último $M_u = 17.27 \text{ T-m}$

Ancho a analizar $b = 1.00 \text{ m}$

Recubrimiento $r = 4.00 \text{ cm}$



$$0.59 * w^2 - w + \frac{M_u}{0.90 f'_c * b * d^2} \quad w_1 = 1.50257 \quad \rho = w * f'_c / f_y$$

$$w_2 = 0.19234 \quad A_s = \rho * b * d$$

As =	M (Tn-m)	b (cm)	d (cm)	ρ	As diseño (cm2)	ϕ	Disposición
db $\phi = 1.91$	17.270	100	20.05	0.01282	25.71	ϕ 3/4"	ϕ 3/4" @ 0.11 m

• As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

• As mínimo

Las cantidades de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33M_u$

a) $M_{cr} = 1.1 f_t S$ $M_{cr} = 3.85 \text{ Ton-m}$

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN

PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

Siendo: $f_r = 2.01 \sqrt{f_c} = 33.63 \text{ kg/cm}^3$ $S = bh^2/6 = 10416.6667 \text{ cm}^3$

b) $1.33 Mu = 22.968645 \text{ Ton-m}$

Verificación: $Mu = 17.270 \text{ Ton-m} > 3.854 \text{ Ton-m}$ *OK As resiste!*

Rediseño

Considerar en caso que indique NO resiste As!

O en caso que indique "Reducir espaciamento" en Item 4.3.2.1.4.

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = 5.0298169 \text{ cm}$

$M_u = \phi f_y A_s \left(d - \frac{a}{2} \right) = 18.89 \text{ Ton-m}$

Ver. Rediseño: $Mu = 18.89 \text{ Ton-m} > 3.854 \text{ Ton-m}$ *OK As resiste!*

USAR: Ø 3/4" @ 0.10 m

As diseño (cm2)	Ø	Disposición	
28.50	Ø 3/4"	Ø 3/4"	@ 0.10 m

4.3.1.2. Acero pared exterior

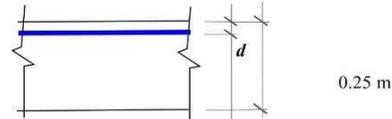
Utilizando la envolvente de momentos para el estado Límite de Resistencia I

• As diseño

Momento Último $Mu = 17.37 \text{ T-m}$

Ancho a analizar $b = 1.00 \text{ m}$

Recubrimiento $r = 4.00 \text{ cm}$



$0.59 w^2 - w + \frac{Mu}{0.90 f'_c b d^2}$ $w1 = 1.50126$ $\rho = w * f'_c / f_y$
 $w2 = 0.19365$ $As = \rho * b * d$

As =	M (Tn-m)	b (cm)	d (cm)	ρ	As diseño (cm2)	Ø	Disposición	
2.85	17.37	100	20.05	0.01291	25.88	Ø 3/4"	Ø 3/4"	@ 0.11 m

• As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

• As mínimo

Las cantidades de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33Mu$

a) $M_{cr} = 1.1 f_r S$ $M_{cr} = 3.85 \text{ Ton-m}$

Siendo: $f_r = 2.01 \sqrt{f_c} = 33.63 \text{ kg/cm}^3$ $S = bh^2/6 = 10416.6667 \text{ cm}^3$

b) $1.33 Mu = 23.10 \text{ Ton-m}$

Verificación: $Mu = 17.372 \text{ Ton-m} > 3.854 \text{ Ton-m}$ *OK As resiste!*

Rediseño

Considerar en caso que indique NO resiste As!

O en caso que indique "Reducir espaciamento" en Item 4.3.2.2.4.

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = 5.0298169 \text{ cm}$

$M_u = \phi f_y A_s \left(d - \frac{a}{2} \right) = 18.89 \text{ Ton-m}$

Ver. Rediseño: $Mu = 18.89 \text{ Ton-m} > 3.854 \text{ Ton-m}$ *OK As resiste!*

USAR: Ø 3/4" @ 0.10 m

As diseño (cm2)	Ø	Disposición	
28.50	Ø 3/4"	Ø 3/4"	@ 0.10 m

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 - 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

4.3.1.3. Acero de temperatura

Ancho de la pared $b = 1.00$ m y una altura de: $h = 0.25$ m

$$A_{s\text{ tem}} = \frac{0.18 b h}{2(b+h)} \text{ cm}^2/\text{m} \quad (5.10.6-1)$$

$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} > 1.8 \text{ cm}^2/\text{m} < 12.70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (5.10.6-2)$

$A_{s\text{ temp}}$ (cm2)	\emptyset	Disposición
2.33	$\emptyset 3/8"$	$\emptyset 3/8" @ 0.30$ m

Verificación: $S_{m\acute{a}x} = 3t = 0.75$ m $S_{m\acute{a}x} = 0.45$ m > 0.30 m OK! (Art. 5.10.6)

USAR: $\emptyset 3/8" @ 0.30$ m

Nota.- El acero de temperatura se colocará por no contar con ningún tipo de acero en el sentido perpendicular del acero principal de la pantalla y también en la cara de la pantalla opuesta al relleno, en ambos sentidos

4.3.2. Revisión de fisuración por distribución de armadura

4.3.2.1. Acero pared interior

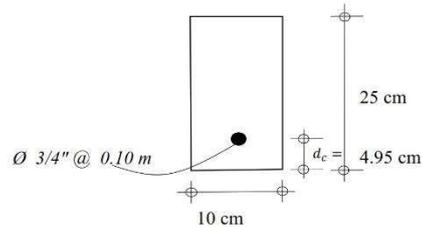
4.3.2.1.1. Momento actuante

Usando la sección agrietada y una franja de 0.10 m de ancho, para el diseño por estado límite de Servicio I, con $n = n_D n_R n_I = 1.00$

$M_s = 9.89$ Ton-m/m (Tabla 3.4.1-1)

Para un ancho tributario de: 0.10 m

$M_s = 0.9887$ T-m



4.3.2.1.2. Ubicación del eje neutro:

$E_s = 2040000 = 2040000 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.3.2)$

$E_c = 15300 \sqrt{f_c} = 256018 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.2.4-3)$

$n = E_s / E_c = 7.968$ n: relación modular

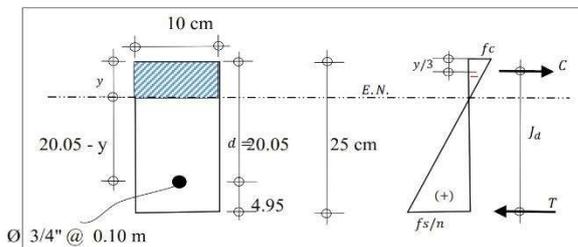
Área de acero transformada:

$A_{st} = 7.97 \times 2.85 = 22.71 \text{ cm}^2$

Momentos respecto del eje neutro para hallar y

$10y(y/2) = 22.71 (20.05 - y)$
 $5y^2 + 22.71y - 455.30$

$y = 7.538$ cm



4.3.2.1.3. Esfuerzo del acero principal bajo cargas de servicio:

El brazo Jd entre las cargas es $Jd = d - y/3 = 17.5348395$ cm

Esfuerzo del acero

$f_{ss} = M_s / Jd * A_s = 1978.2487 \text{ kg/cm}^2 < 0.6 F_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$

Entonces f_{ss} será: $f_{ss} = 1978.2487 \text{ kg/cm}^2$

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

4.3.2.1.4. Separación máxima de la armadura

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1.35 \quad (5.6.7-2)$$

Para condición de exposición severa, con $\gamma_e = 0.75$ (5.6.7-1)

$$S_{\max} = \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c = 25.12 \text{ cm} > 10 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

4.3.2.2. Acero pared exterior:

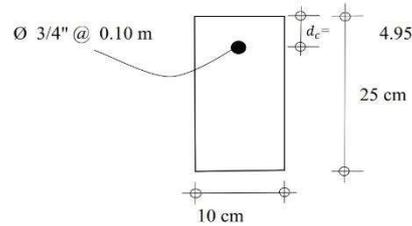
4.3.2.2.1. Momento actuante

Usando la sección agrietada y una franja de 0.10 m de ancho, para el diseño por estado límite de Servicio I, con $n = n_D n_R n_I = 1.00$

$$M_s = 9.97 \text{ Ton-m/m} \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

Para un ancho tributario de: 0.10 m

$$M_s = 0.997 \text{ T-m}$$



4.3.2.2.2. Ubicación del eje neutro:

$$E_s = 2040000 \text{ kg/cm}^2 = 2040000 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.3.2)$$

$$E_c = 15300 \sqrt{f_c} = 256018 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.4.2.4-3)$$

$$n = E_s / E_c = 7.968$$

n: relación modular

Área de acero transformada:

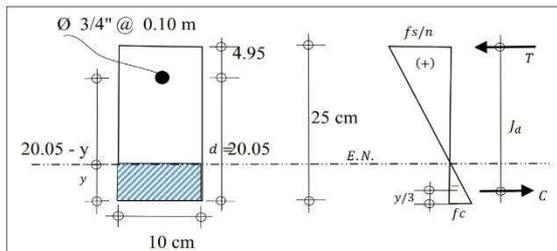
$$A_{st} = 7.97 \times 2.85 = 22.71 \text{ cm}^2$$

Momentos respecto del eje neutro para hallar y

$$10y(y/2) = 22.71(20.05 - y)$$

$$5y^2 + 22.71y - 455.302 = 0$$

$$y = 7.538 \text{ cm}$$



4.3.2.2.3. Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio:

El brazo J_d entre las cargas es $J_d = d - y/3$

$$J_d = 17.5348395 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero

$$f_{ss} = M_s / J_d * A_s = 1994.5214 \text{ kg/cm}^2 < 0.6 F_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces f_{ss} será: $f_{ss} = 1994.5214 \text{ kg/cm}^2$

4.3.2.2.4 Separación máxima de la armadura

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1.35 \quad (5.6.7-2)$$

Para condición de exposición severa, con $\gamma_e = 0.75$ (5.6.7-1)

$$S_{\max} = \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c = 24.84 \text{ cm} > 10 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

V. Verificación por corte (Art. 5.12.7.3)

5.1. Losa superior

5.1.1. Cortante actuante

Cálculo del peralte efectivo por corte, d_v :

donde: $(+) A_s = \emptyset 1" @ 0.07 \text{ m}$ $A_s = \frac{5.07 \text{ cm}^2}{0.07 \text{ m}} = 72.39 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = 12.77 \text{ cm} \quad d_v = d - a/2 = 18.34 \text{ cm}$$

$$0.90 d = 22.26 \text{ cm} \quad 0.72 h = 21.60 \text{ cm} > d_v = 18.34 \text{ cm}$$

Entonces $d_v = 22.26 \text{ cm}$

A una distancia d_v desde la intersección de la losa con la cartela: $0.13 + 0.30 + 0.22 = 0.65 \text{ m}$, desde el eje neutro del muro, el cortante crítico es:

$$w = 454987.7 \quad V_u = -13362.11 \text{ kg, asociado a un momento de}$$

$$M = 43.02205 \quad M_u = 58379.2 \text{ kg-m}$$

5.1.2. Cortante resistente

Para losas de alcantarilla tipo cajón debajo de 0.60 a más de relleno, la resistencia de corte se puede calcular como:

$$V_c = \left(0.568 \lambda \sqrt{f'_c} + 326.4 \frac{A_s}{b \cdot d_e} \frac{V_u d_e}{M_u} \right) b \cdot d_e \leq 1.06 \lambda \sqrt{f'_c} b \cdot d_e \quad (5.12.7.3-1 \text{ y } 5.12.7.3-2)$$

Para alcantarillas tipo cajón de una sola celda: (5.12.7.3)

$$V_c \geq 0.795 \lambda \sqrt{f'_c} * b * d_c \quad (\text{En losas monolíticas con las paredes})$$

$$V_c \geq 0.663 \lambda \sqrt{f'_c} * b * d_c \quad (\text{En losas simplemente apoyadas})$$

Luego

$$\frac{V_u * d_c}{M_u} = -0.057 < 1.0 \quad \text{donde: } d_c = 24.73 \text{ cm}$$

$$\text{donde: } \lambda = 1.0$$

Reemplazando $V_c = 23486 \text{ kg} < 43864.1 \text{ kg}$

También como: $V_c = 32898.1 \text{ kg}$

Luego: $V_u = \emptyset V_c = 29608.252 \text{ kg} > -13362.1 \text{ kg} \quad \text{OK cumple !}$

5.2. Losa inferior

5.2.1. Cortante actuante

Cálculo del peralte efectivo por corte, d_v :

donde: $(+) A_s = \emptyset 3/4" @ 0.14 \text{ m}$ $A_s = \frac{2.85 \text{ cm}^2}{0.14 \text{ m}} = 20.36 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = 3.59 \text{ cm} \quad d_v = d - a/2 = 23.25 \text{ cm}$$

$$0.90 d = 22.54 \text{ cm} \quad 0.72 h = 21.60 \text{ cm} < d_v = 23.25 \text{ cm}$$

Entonces $d_v = 23.25 \text{ cm}$

A una distancia d_v desde la intersección de la losa fondo con la cartela: $0.13 + 0.30 + 0.23 = 0.66 \text{ m}$, desde el eje neutro del muro, el cortante crítico es:

$$w = 457288 \quad V_u = -14751 \text{ kg, asociado a un momento de}$$

$$M = 152.371 \quad M_u = 87675 \text{ kg-m}$$

5.2.2. Cortante resistente

Para losas de alcantarilla tipo cajón debajo de 0.60 a más de relleno, la resistencia de corte se puede calcular como:

$$V_c = \left(0.568 \lambda \sqrt{f'_c} + 326.4 \frac{A_s}{b \cdot d_e} \frac{V_u d_e}{M_u} \right) b \cdot d_e \leq 1.06 \lambda \sqrt{f'_c} b \cdot d_e \quad (5.12.7.3-1 \text{ y } 5.12.7.3-2)$$

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 – 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

Para alcantarillas tipo cajón de una sola celda: (5.12.7.3)

$$V_c \geq 0.795 \lambda \sqrt{f'_c} * b * d_c \quad (\text{En losas monolíticas con las paredes})$$

$$V_c \geq 0.663 \lambda \sqrt{f'_c} * b * d_c \quad (\text{En losas simplemente apoyadas})$$

Luego

$$\frac{V_u * d_c}{M_u} = -0.042 < 1.0$$

donde: $d_c = 25.05 \text{ cm}$

donde: $\lambda = 1.0$

Reemplazando $V_c = 23792.5 \text{ kg} < 44427.2 \text{ kg}$

También como: $V_c = 33320.4 \text{ kg}$

Luego: $V_u = \phi V_c = 29988.382 \text{ kg} > -14750.7 \text{ kg} \quad \text{OK cumple !}$

5.3. muro pared

5.3.1. Cortante actuante

Cálculo del peralte efectivo por corte, d_v :

donde: $(+) A_s = \emptyset 3/4" @ 0.10 \text{ m}$

$$A_s = \frac{2.85 \text{ cm}^2}{0.10 \text{ m}} = 28.50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = 5.03 \text{ cm}$$

$$d_v = d - a/2 = 17.53 \text{ cm}$$

$$0.90 d = 18.04 \text{ cm}$$

$$0.72 h = 18.00 \text{ cm}$$

$$> d_v = 17.53 \text{ cm}$$

Entonces $d_v = 18.04 \text{ cm}$

A una distancia d_v desde la intersección de la losa fondo con la cartela: $0.15 + 0.30 + 0.18 = 0.63 \text{ m}$,

desde el eje neutro del muro, el cortante crítico es:

$$w1 = 2189.91 \quad w2 = 1371.1412 \quad V_u = 420.72 \text{ kg, asociado a un momento de}$$

$$M = 17372 \quad M_u = 17310 \text{ kg-m}$$

$$V_c = \left(0.568 \lambda \sqrt{f'_c} + 326.4 \frac{A_s}{b \cdot d_c} \frac{V_u d_e}{M_u} \right) b \cdot d_e \leq 1.06 \lambda \sqrt{f'_c} b \cdot d_e$$

VI. Verificación por carga axial

(Art. 5.6.4)

En las paredes de la alcantarilla:

6.1. Carga axial actuante:

En las paredes de la alcantarilla la carga axial actuante es (envolvente de carga axial):

$$P_u = 58441 \text{ kg}$$

6.2. Carga axial resistente:

Cuando la carga axial mayorada es menor que el 20% de la capacidad en compresión nominal de la sección, el diseño por flexión se puede realizar ignorando los efectos de carga axial.

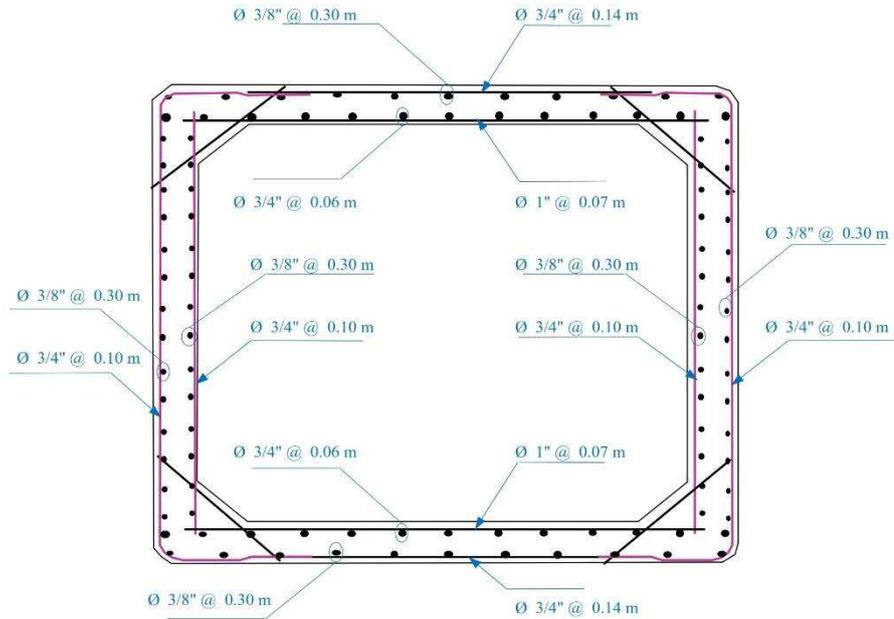
En nuestra caso, con un factor de resistencia por compresión de $\phi = 0.70$ (Art. 5.5.4.2)

$$0.10 \phi * f'_c * A_g = 98000 \text{ kg} > P_u = 58440.97 \text{ kg}$$

Se puede ignorar el efecto de carga axial

ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN			
PROYECTO:	TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 - 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
UBICACIÓN:	BUENA VISTA - CASMA - ANCASH	FECHA:	01/01/2025
DISEÑO:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL, BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	CÁLCULO:	E-01

VII. Detalle final



Anexo 08 – Panel fotográfico

Figura 27

Canal de captación previo al canal Tarao Chico (0+000)



Figura 28

Canal rectangular existente antes del inicio del proyecto Tarao Chico



Figura 29

Canal natural existente antes del inicio del proyecto Tarao Chico



Figura 30

Deterioro del concreto en la estructura existente del Canal Tarao Chico en la progresiva 0+200 m.



Figura 31

Deterioro del concreto en la estructura del Canal Tarao Chico en la progresiva 0+350 m.



Figura 32

Deterioro del concreto en la estructura del Canal Tarao Chico en la progresiva 0+800 m.



Figura 33

Profundidad del agua en canal Tarao Chico en la progresiva 0+650 m.



Figura 34

Sección del canal Tarao Chico con acumulación de sedimentos y residuos entre la progresiva 0+000 – 2+000

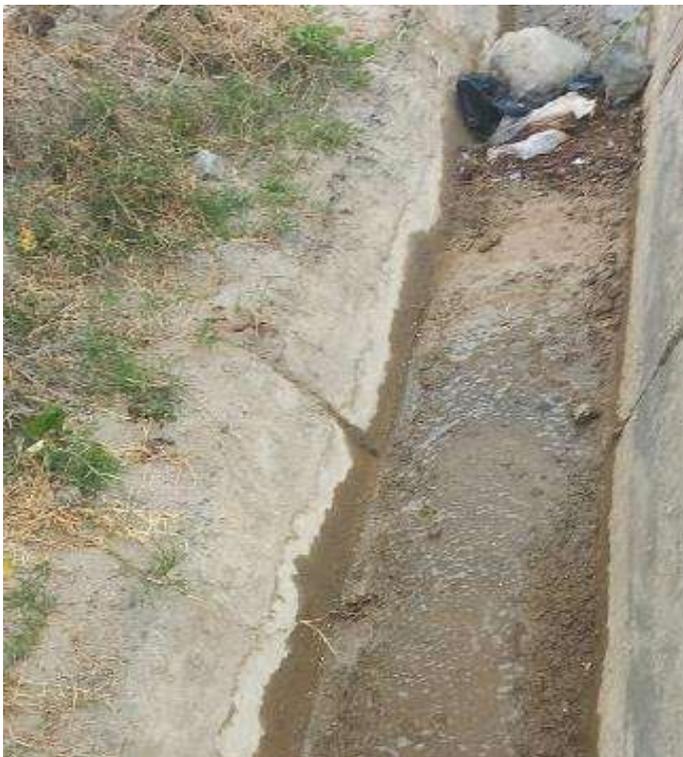


Figura 35

Sección del canal Tarao Chico con presencia de eflorescencia y acumulación de sedimentos entre la progresiva 0+000 – 2+000



Figura 36

Sección del canal Tarao Chico con daños en la estructura y obstrucciones en el flujo entre la progresiva 0+000 – 2+000



Figura 37

Inspección técnica del canal Tarao Chico con dispositivo de medición de calidad del concreto en la progresiva 0+450 m.



Figura 38

Registro de datos durante la inspección de la estructura del canal Tarao Chico en la progresiva 0+550 m.

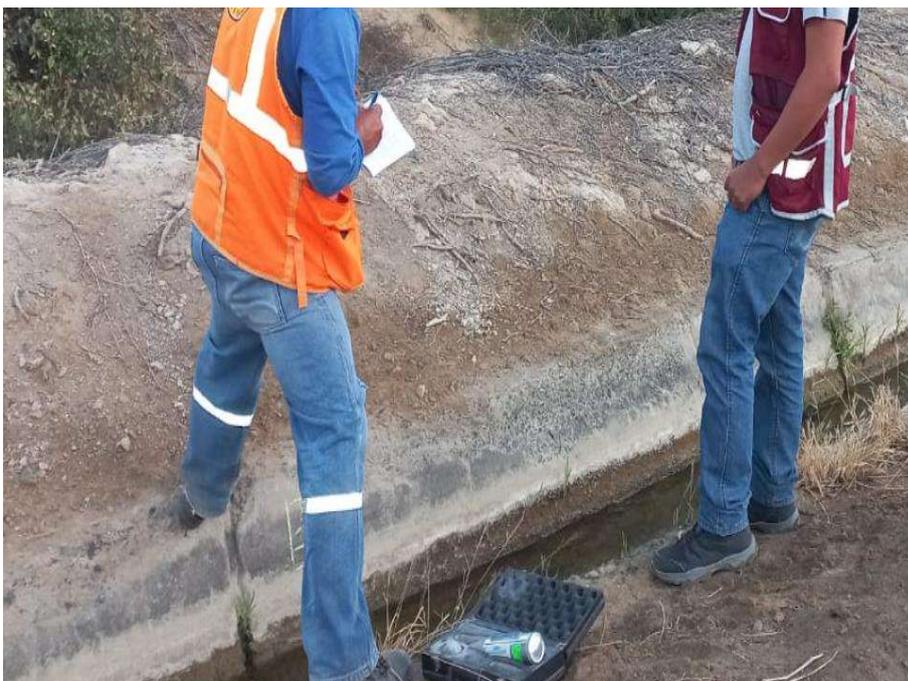


Figura 39

Inspección técnica del canal Tarao Chico con dispositivo de medición de calidad del concreto en la progresiva 1+250 m



Figura 40

Inspección técnica del canal Tarao Chico con dispositivo de medición de calidad del concreto en la progresiva 1+850 m



Figura 41

Inspección técnica del caudal de fluido con la supervisión del asesor respectivo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000



Figura 42

Inspección técnica del estado de las compuertas con la supervisión del asesor respectivo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000



Figura 43

Inspección técnica del estado del canal con la supervisión del asesor respectivo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000



Figura 44

Calicata N° 01 (C-1) a una profundidad de 1.5m para obtención de muestras del terreno del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000



Figura 45

Calicata N° 02 (C-2) a una profundidad de 1.5m para obtención de muestras del terreno del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000



Figura 46

Calicata N° 03 (C-3) a una profundidad de 1.5m para obtención de muestras del terreno del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000



Figura 47

Analisis granulometrico de las muestras obtenidas en campo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000



Figura 48

Ensayo de copa Casagrande para determinación del límite líquido y límite plástico de las muestras obtenidas en campo.



Figura 49

Tamizado de las muestras obtenidas en campo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000



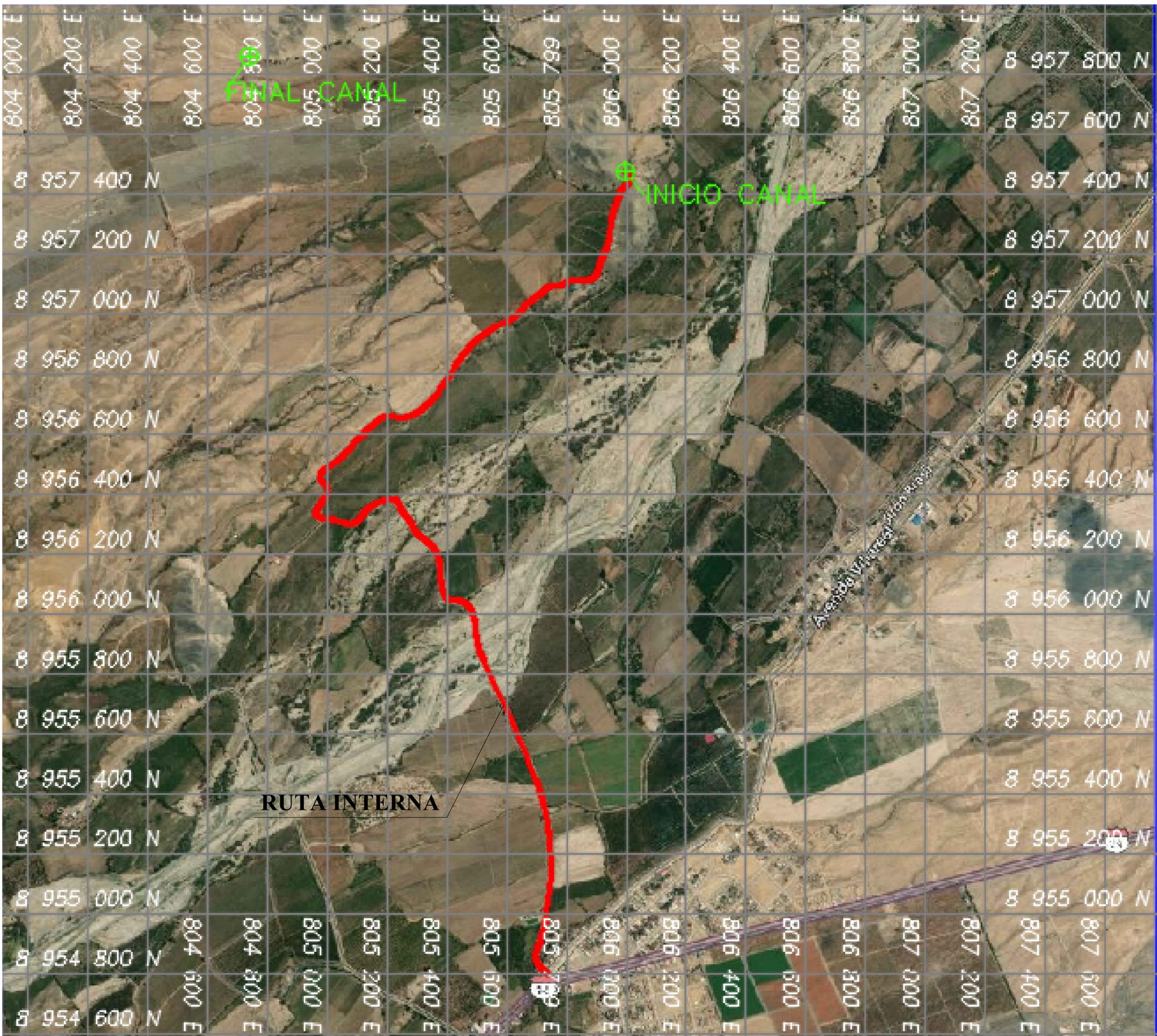
Figura 50

Determinación del contenido de humedad natural del suelo de las muestras obtenidas en campo del canal Tarao Chico en la progresiva 0+000 – 2+000

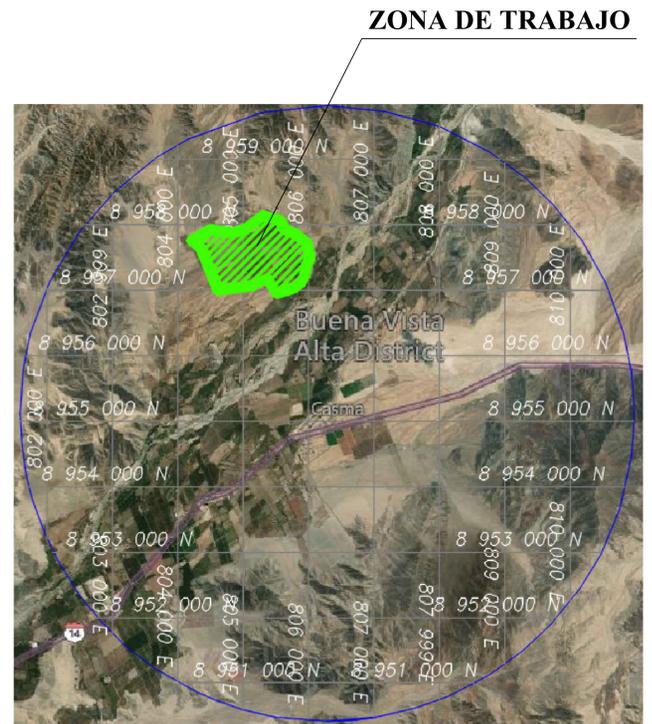


CAPÍTULO VIII

PLANOS



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA GRÁFICA



ESQUEMA DE LOCALIZACION
ESCALA GRÁFICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		
TESIS: "EVALUACIÓN DE CANAL DE RIEGO TARAO CHICO PROGRESIVA 0+000 - 2+000 CON PROPUESTA DE MEJORA, DISTRITO DE BUENAVISTA, CASMA 2022"		
PLANO: <p style="text-align: center;">UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</p>		UBICACION: LOC.: TARAO CHICO DIST.: BUENAVISTA PROV.: CASMA LAMINA: U-01
TESISTAS: <ul style="list-style-type: none"> - BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL - BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY 		
ESCALA: <p style="text-align: center;">INDICADA</p>	FECHA: <p style="text-align: center;">ENERO - 2025</p>	

**PLANO TOPOGRÁFICO
ESC. 1:2000**

146600.000

146800.000

147000.000

147200.000



8956000.000

8957000.000

8957600.000

8957400.000

145800.000

146000.000

146200.000

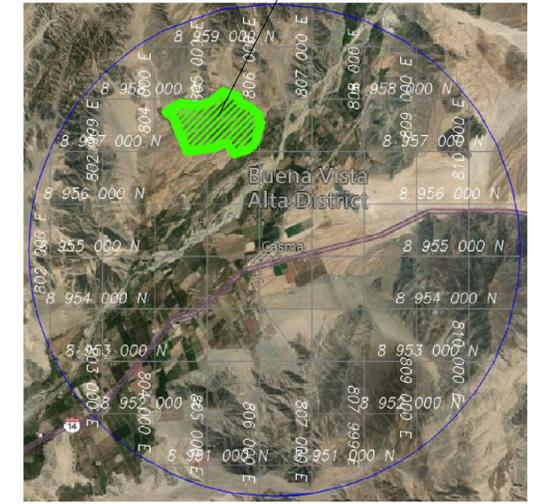
146400.000

8957000.000

8956800.000

8956600.000

ZONA DE TRABAJO



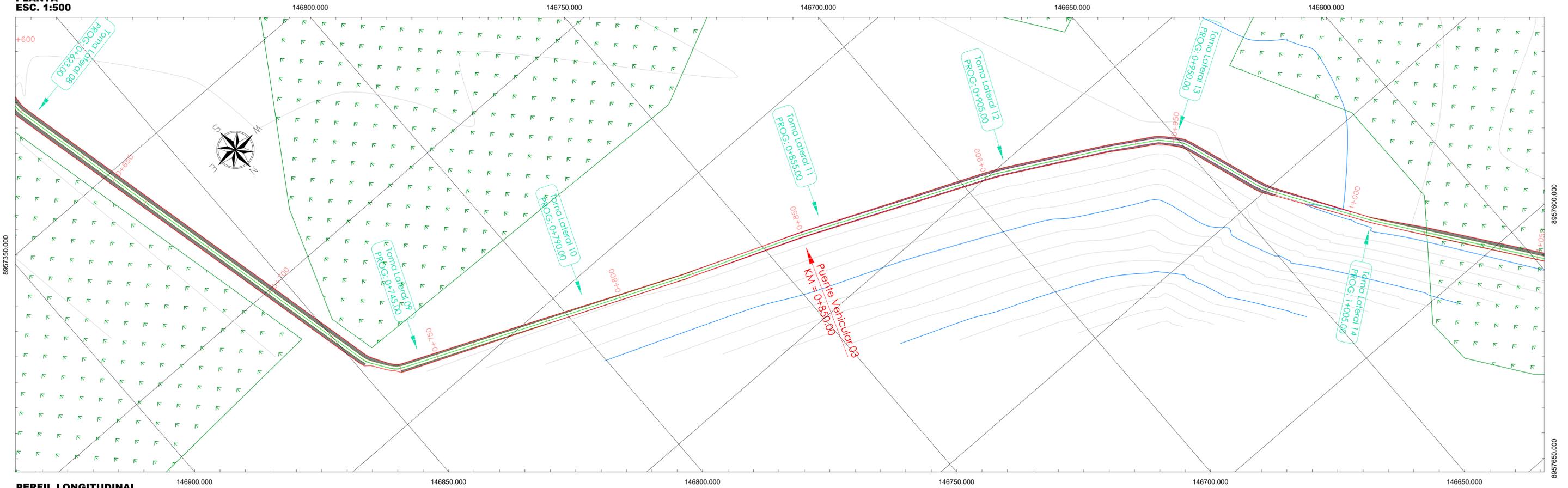
ESQUEMA DE LOCALIZACION
ESCALA GRÁFICA

LEYENDA

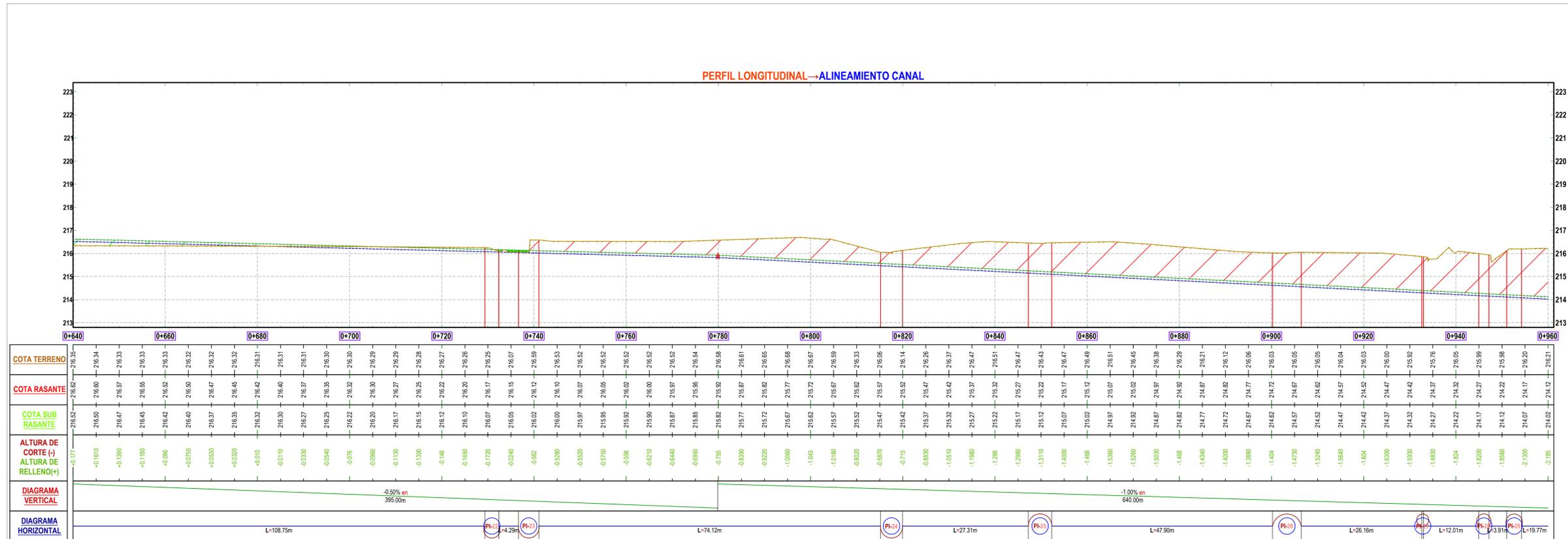
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CURVAS MAYORES @ 5.00m
	CURVAS MENORES @ 1.00m
	PARCELAS
	EJE DE CANAL DE CONCRETO EXIST.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA <small>FACULTAD DE INGENIERIA ESUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</small>		<small>INDICADA</small> ENERO- 2025
<small>PROYECTO:</small> Evaluación de canal de riego Tarso Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buena Vista, Casma, 2022.		<small>INDICADA</small> ENERO- 2025
<small>LOCALIDAD:</small> BUENA VISTA BAJA		<small>INDICADA</small> ENERO- 2025
<small>PLANO:</small> CANAL DE RIEGO		<small>INDICADA</small> PT-01
<small>ELABORADO:</small> BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY		<small>INDICADA</small> PT-01
<small>REGION:</small> TARAPACÁ <small>PROVINCIA:</small> CASMA	<small>DISTRITO:</small> BUENA VISTA <small>DEPARTAMENTO:</small> ANCASH	

**PLANTA
ESC. 1:500**



**PERFIL LONGITUDINAL
ESC. H. 1:500
ESC. V. 1:100**



PERFIL LONGITUDINAL—ALINEAMIENTO CANAL

LEYENDA

- CURVAS MAYORES CADA 5.00m
- CURVAS MENORES CADA 1.00m
- TERRENO NATURAL
- EJE DE CANAL DE CONCRETO
- RASANTE DE PAVIMENTO
- SUB RASANTE DE PAVIMENTO
- RELLENO CON MATERIAL PROPIO
- CORTE DE TERRENO NATURAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: Evaluación de canal de riego Tarso Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buena Vista, Casma, 2022. INDICADA

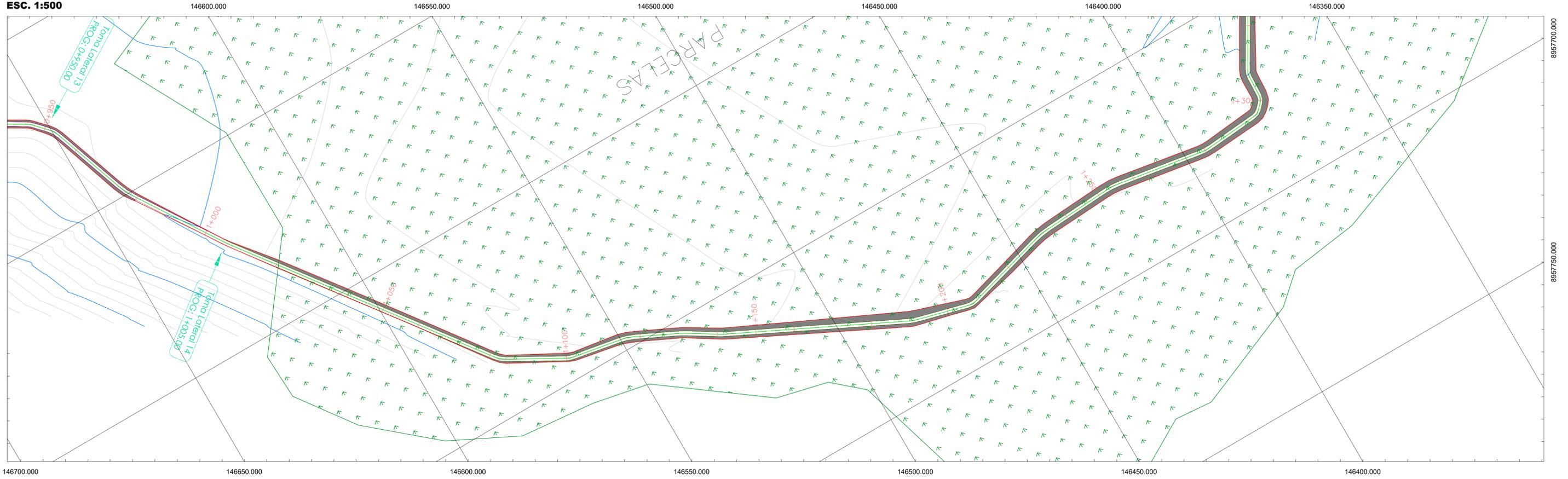
LOCALIDAD: BUENA VISTA BAJA. FECHA: ENERO-2025

PLANO: CANAL DE RIEGO. CANTON: P-03

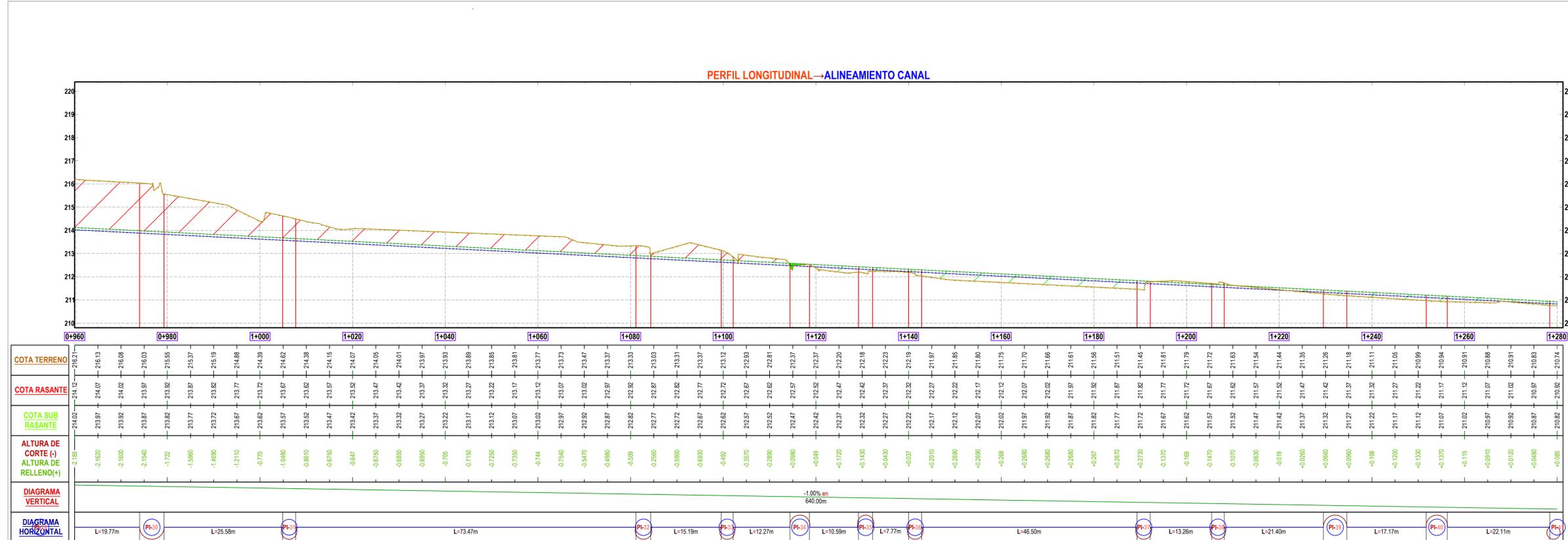
ELABORADO: BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL
BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY

REVISADO: MTR. TABARO CHICO. DISTRITO: BUENA VISTA. DEPARTAMENTO: ANCASH.

**PLANTA
ESC. 1:500**



**PERFIL LONGITUDINAL
ESC H. 1:500
ESC V. 1:100**



LEYENDA

- CURVAS MAYORES CADA 5.00m
- CURVAS MENORES CADA 1.00m
- TERRENO NATURAL
- EJE DE CANAL DE CONCRETO
- RASANTE DE PAVIMENTO
- SUB RASANTE DE PAVIMENTO
- ▨ RELLENO CON MATERIAL PROPIO
- ▨ CORTE DE TERRENO NATURAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: Evaluación de canal de riego Tarso Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buena Vista, Casma, 2022. **INDICADA**

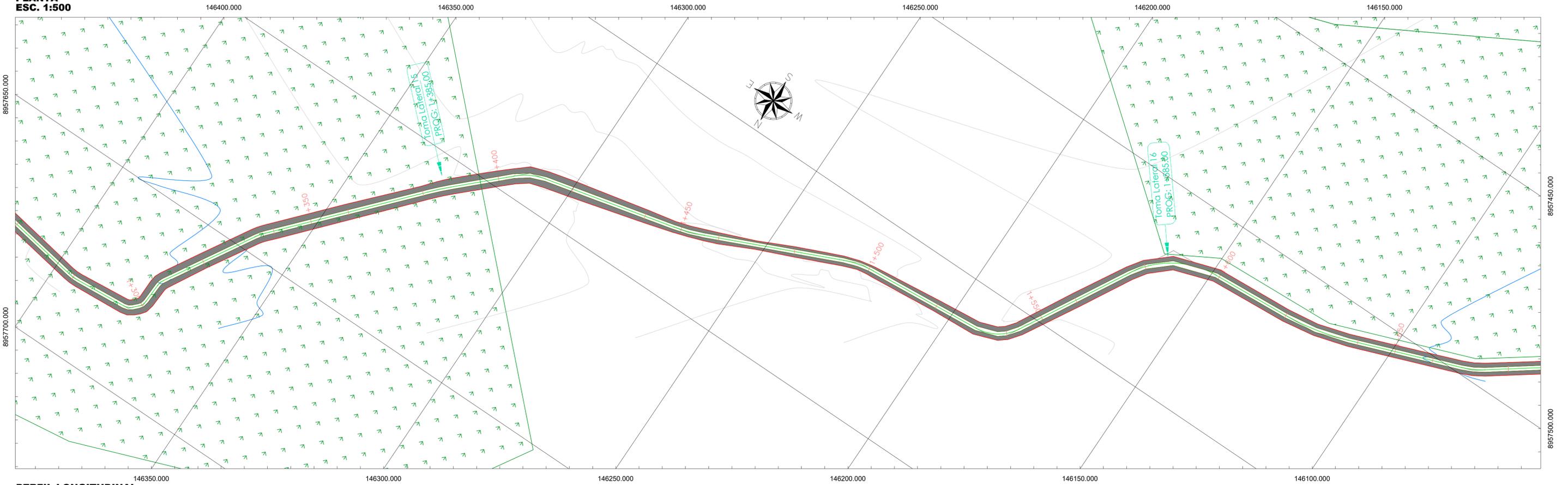
LOCALIDAD: BUENA VISTA BAJA. FECHA: ENERO-2025

PLANO: CANAL DE RIEGO. CANTON: P-04

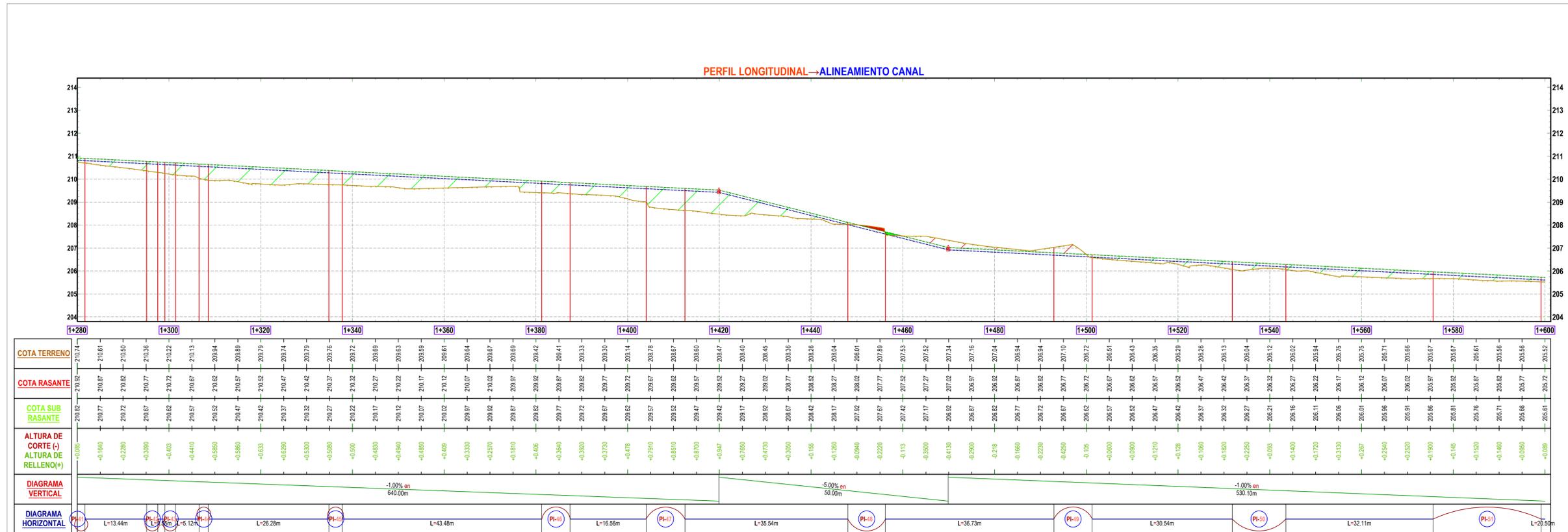
ELABORADO: BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL. BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY

REVISADO: MTCO. TABARO CHICO. DISTRITO: BUENAVISTA. DEPARTAMENTO: ANCASH.

**PLANTA
ESC. 1:500**



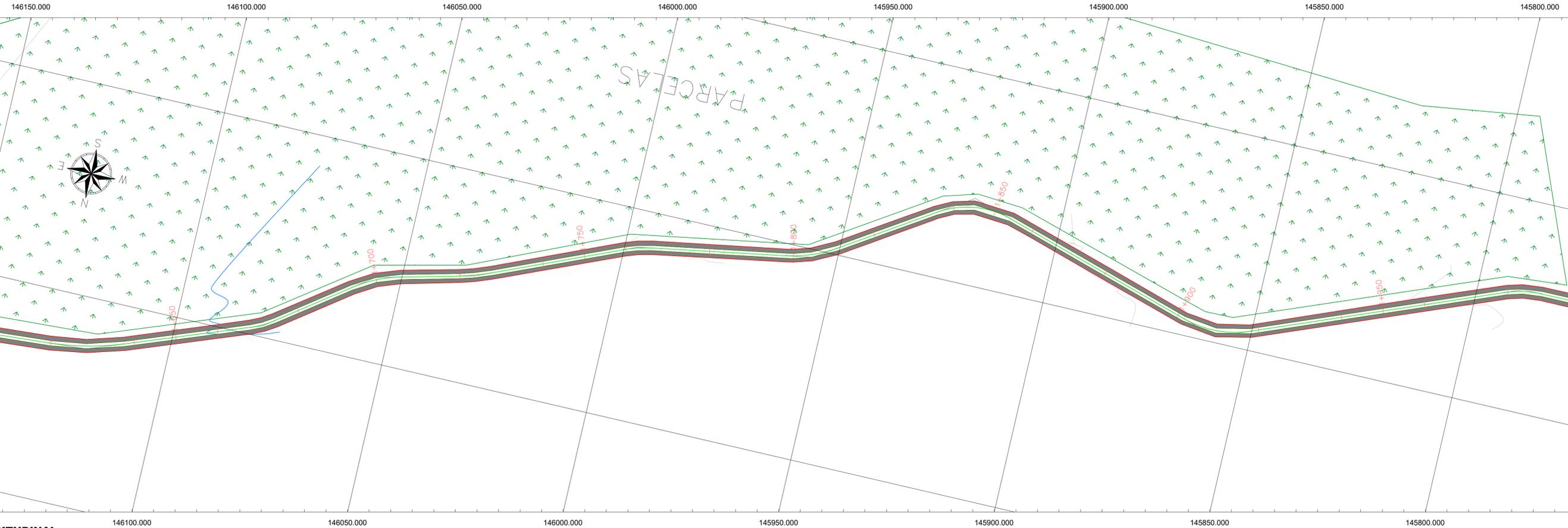
**PERFIL LONGITUDINAL
ESC H. 1:500
ESC V. 1:100**



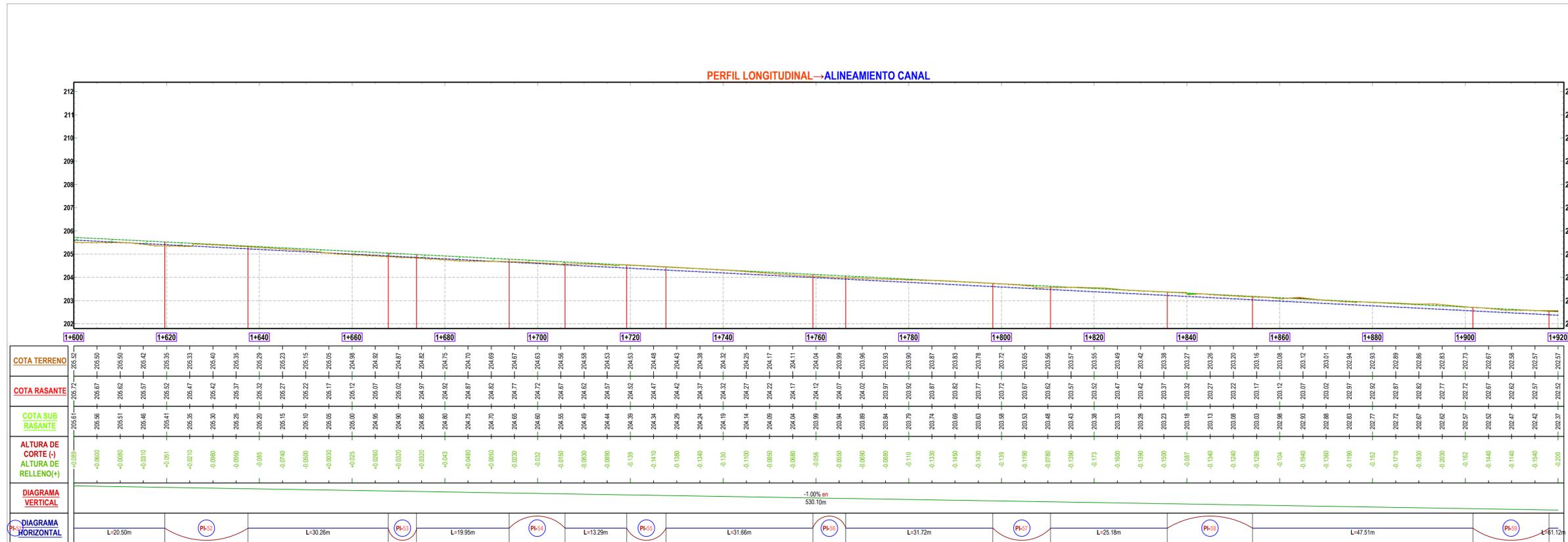
LEYENDA	
	CURVAS MAYORES CADA 5.00m
	CURVAS MENORES CADA 1.00m
	TERRENO NATURAL
	EJE DE CANAL DE CONCRETO
	RASANTE DE PAVIMENTO
	SUB RASANTE DE PAVIMENTO
	RELLENO CON MATERIAL PROPIO
	CORTE DE TERRENO NATURAL

COTA TERRENO	210.74	210.61	210.50	210.36	210.22	210.13	210.04	209.94	209.86	209.79	209.74	209.79	209.84	209.91	209.97	209.99	209.94	209.87	209.81	209.74	209.69	209.64	209.59	209.54	209.49	209.44	209.39	209.34	209.29	209.24	209.19	209.14	209.09	209.04	208.99	208.94	208.89	208.84	208.79	208.74	208.69	208.64	208.59	208.54	208.49	208.44	208.39	208.34	208.29	208.24	208.19	208.14	208.09	208.04	207.99	207.94	207.89	207.84	207.79	207.74	207.69	207.64	207.59	207.54	207.49	207.44	207.39	207.34	207.29	207.24	207.19	207.14	207.09	207.04	206.99	206.94	206.89	206.84	206.79	206.74	206.69	206.64	206.59	206.54	206.49	206.44	206.39	206.34	206.29	206.24	206.19	206.14	206.09	206.04	205.99	205.94	205.89	205.84	205.79	205.74	205.69	205.64	205.59	205.54	205.49	205.44	205.39	205.34	205.29	205.24	205.19	205.14	205.09	205.04	204.99	204.94	204.89	204.84	204.79	204.74	204.69	204.64	204.59	204.54	204.49	204.44	204.39	204.34	204.29	204.24	204.19	204.14	204.09	204.04	203.99	203.94	203.89	203.84	203.79	203.74	203.69	203.64	203.59	203.54	203.49	203.44	203.39	203.34	203.29	203.24	203.19	203.14	203.09	203.04	202.99	202.94	202.89	202.84	202.79	202.74	202.69	202.64	202.59	202.54	202.49	202.44	202.39	202.34	202.29	202.24	202.19	202.14	202.09	202.04	201.99	201.94	201.89	201.84	201.79	201.74	201.69	201.64	201.59	201.54	201.49	201.44	201.39	201.34	201.29	201.24	201.19	201.14	201.09	201.04	200.99	200.94	200.89	200.84	200.79	200.74	200.69	200.64	200.59	200.54	200.49	200.44	200.39	200.34	200.29	200.24	200.19	200.14	200.09	200.04	199.99	199.94	199.89	199.84	199.79	199.74	199.69	199.64	199.59	199.54	199.49	199.44	199.39	199.34	199.29	199.24	199.19	199.14	199.09	199.04	198.99	198.94	198.89	198.84	198.79	198.74	198.69	198.64	198.59	198.54	198.49	198.44	198.39	198.34	198.29	198.24	198.19	198.14	198.09	198.04	197.99	197.94	197.89	197.84	197.79	197.74	197.69	197.64	197.59	197.54	197.49	197.44	197.39	197.34	197.29	197.24	197.19	197.14	197.09	197.04	196.99	196.94	196.89	196.84	196.79	196.74	196.69	196.64	196.59	196.54	196.49	196.44	196.39	196.34	196.29	196.24	196.19	196.14	196.09	196.04	195.99	195.94	195.89	195.84	195.79	195.74	195.69	195.64	195.59	195.54	195.49	195.44	195.39	195.34	195.29	195.24	195.19	195.14	195.09	195.04	194.99	194.94	194.89	194.84	194.79	194.74	194.69	194.64	194.59	194.54	194.49	194.44	194.39	194.34	194.29	194.24	194.19	194.14	194.09	194.04	193.99	193.94	193.89	193.84	193.79	193.74	193.69	193.64	193.59	193.54	193.49	193.44	193.39	193.34	193.29	193.24	193.19	193.14	193.09	193.04	192.99	192.94	192.89	192.84	192.79	192.74	192.69	192.64	192.59	192.54	192.49	192.44	192.39	192.34	192.29	192.24	192.19	192.14	192.09	192.04	191.99	191.94	191.89	191.84	191.79	191.74	191.69	191.64	191.59	191.54	191.49	191.44	191.39	191.34	191.29	191.24	191.19	191.14	191.09	191.04	190.99	190.94	190.89	190.84	190.79	190.74	190.69	190.64	190.59	190.54	190.49	190.44	190.39	190.34	190.29	190.24	190.19	190.14	190.09	190.04	189.99	189.94	189.89	189.84	189.79	189.74	189.69	189.64	189.59	189.54	189.49	189.44	189.39	189.34	189.29	189.24	189.19	189.14	189.09	189.04	188.99	188.94	188.89	188.84	188.79	188.74	188.69	188.64	188.59	188.54	188.49	188.44	188.39	188.34	188.29	188.24	188.19	188.14	188.09	188.04	187.99	187.94	187.89	187.84	187.79	187.74	187.69	187.64	187.59	187.54	187.49	187.44	187.39	187.34	187.29	187.24	187.19	187.14	187.09	187.04	186.99	186.94	186.89	186.84	186.79	186.74	186.69	186.64	186.59	186.54	186.49	186.44	186.39	186.34	186.29	186.24	186.19	186.14	186.09	186.04	185.99	185.94	185.89	185.84	185.79	185.74	185.69	185.64	185.59	185.54	185.49	185.44	185.39	185.34	185.29	185.24	185.19	185.14	185.09	185.04	184.99	184.94	184.89	184.84	184.79	184.74	184.69	184.64	184.59	184.54	184.49	184.44	184.39	184.34	184.29	184.24	184.19	184.14	184.09	184.04	183.99	183.94	183.89	183.84	183.79	183.74	183.69	183.64	183.59	183.54	183.49	183.44	183.39	183.34	183.29	183.24	183.19	183.14	183.09	183.04	182.99	182.94	182.89	182.84	182.79	182.74	182.69	182.64	182.59	182.54	182.49	182.44	182.39	182.34	182.29	182.24	182.19	182.14	182.09	182.04	181.99	181.94	181.89	181.84	181.79	181.74	181.69	181.64	181.59	181.54	181.49	181.44	181.39	181.34	181.29	181.24	181.19	181.14	181.09	181.04	180.99	180.94	180.89	180.84	180.79	180.74	180.69	180.64	180.59	180.54	180.49	180.44	180.39	180.34	180.29	180.24	180.19	180.14	180.09	180.04	179.99	179.94	179.89	179.84	179.79	179.74	179.69	179.64	179.59	179.54	179.49	179.44	179.39	179.34	179.29	179.24	179.19	179.14	179.09	179.04	178.99	178.94	178.89	178.84	178.79	178.74	178.69	178.64	178.59	178.54	178.49	178.44	178.39	178.34	178.29	178.24	178.19	178.14	178.09	178.04	177.99	177.94	177.89	177.84	177.79	177.74	177.69	177.64	177.59	177.54	177.49	177.44	177.39	177.34	177.29	177.24	177.19	177.14	177.09	177.04	176.99	176.94	176.89	176.84	176.79	176.74	176.69	176.64	176.59	176.54	176.49	176.44	176.39	176.34	176.29	176.24	176.19	176.14	176.09	176.04	175.99	175.94	175.89	175.84	175.79	175.74	175.69	175.64	175.59	175.54	175.49	175.44	175.39	175.34	175.29	175.24	175.19	175.14	175.09	175.04	174.99	174.94	174.89	174.84	174.79	174.74	174.69	174.64	174.59	174.54	174.49	174.44	174.39	174.34	174.29	174.24	174.19	174.14	174.09	174.04	173.99	173.94	173.89	173.84	173.79	173.74	173.69	173.64	173.59	173.54	173.49	173.44	173.39	173.34	173.29	173.24	173.19	173.14	173.09	173.04	172.99	172.94	172.89	172.84	172.79	172.74	172.69	172.64	172.59	172.54	172.49	172.44	172.39	172.34	172.29	172.24	172.19	172.14	172.09	172.04	171.99	171.94	171.89	171.84	171.79	171.74	171.69	171.64	171.59	171.54	171.49	171.44	171.39	171.34	171.29	171.24	171.19	171.14	171.09	171.04	170.99	170.94	170.89	170.84	170.79	170.74	170.69	170.64	170.59	170.54	170.49	170.44	170.39	170.34	170.29	170.24	170.19	170.14	170.09	170.04	169.99	169.94	169.89	169.84	169.79	169.74	169.69	169.64	169.59	169.54	169.49	169.44	169.39	169.34	169.29	169.24	169.19	169.14	169.09	169.04	168.99	168.94	168.89	168.84	168.79	168.74	168.69	168.64	168.59	168.54	168.49	168.44	168.39	168.34	168.29	168.24	168.19	168.14	168.09	168.04	167.99	167.94	167.89	167.84	167.79	167.74	167.69	167.64	167.59	167.54	167.49	167.44	167.39	167.34	167.29	167.24	167.19	167.14	167.09	167.04	166.99	166.94	166.89	166.84	166.79	166.74	166.69	166.64	166.59	166.54	166.49	166.44	166.39	166.34	166.29	166.24	166.19	166.14	166.09	166.04	165.99	165.94	165.89	165.84	165.79	165.74	165.69	165.64	165.59	165.54	165.49	165.44	165.39	165.34	165.29	165.24	165.19	165.14	165.09	165.04	164.99	164.94	164.89	164.84	164.79	164.74	164.69	164.64	164.59	164.54	164.49	164.44	164.39	164.34	164.29	164.24	164.19	164.14	164.09	164.04	163.99	163.94	163.89	163.84	163.79	163.74	163.69	163.64	163.59	163.54	163.49	163.44	163.39	163.34	163.29	163.24	163.19	163.14	163.09	163.04	162.99	162.94	162.89	162.84	162.79	162.74	162.69	162.64	162.59	162.54	162.49	162.44	162.39	162.34	162.29	162.24	162.19	162.14	162.09	162.04	161.99	161.94	161.89	161.84	161.79	161.74	161.69	161.64	161.59	161.54	161.49	161.44	161.39	161.34	161.29	161.24	161.19	161.14	161.09	161.04	160.99	160.94	160.89	160.84	160.79	160.74	160.69	160.64	160.59	160.54	160.49	160.44	160.39	160.34	160.29	160.24	160.19	160.14	160.09	160.04	159.99	159.94	159.89	159.84	159.79	159.74	159.69	159.64	159.59	159.54	159.49	159.44	159.39	159.34	159.29	159.24	159.19	159.14	159.09	159.04	158.99	158.94	158.89	158.84	158.79	158.74	158.69	158.64	158.59</
--------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----------

PLANTA
ESC. 1:500



PERFIL LONGITUDINAL
ESC H. 1:500
ESC V. 1:100



LEYENDA

- CURVAS MAYORES CADA 5.00m
- CURVAS MENORES CADA 1.00m
- TERRENO NATURAL
- EJE DE CANAL DE CONCRETO
- RASANTE DE PAVIMENTO
- SUB RASANTE DE PAVIMENTO
- RELLENO CON MATERIAL PROPIO
- CORTE DE TERRENO NATURAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: Evaluación de canal de riego Tarso Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buena Vista, Casma, 2022. **INDICADA**

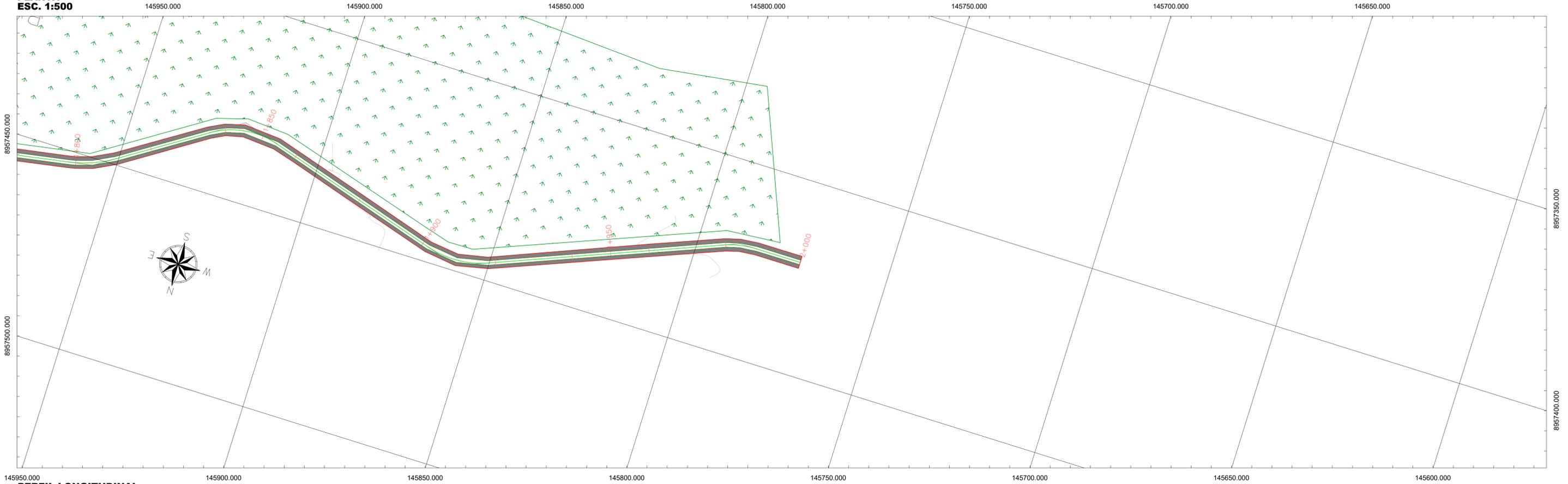
LOCALIDAD: BUENA VISTA BAJA. FECHA: ENERO-2025

PLANO: CANAL DE RIEGO. CANTON: P-06

ELABORADO: BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL
BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY

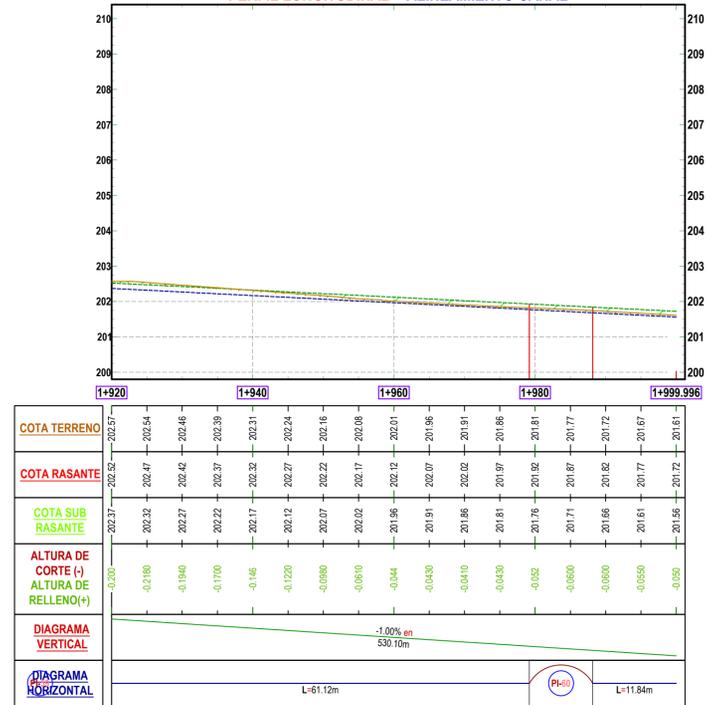
REVISADO: MTCOR. TABARO CHICO. DEPARTAMENTO: BUENAVISTA. DISTRITO: BUENAVISTA. DEPARTAMENTO: ANCASH.

**PLANTA
ESC. 1:500**



**PERFIL LONGITUDINAL
ESC H. 1:500
ESC V. 1:100**

PERFIL LONGITUDINAL—ALINEAMIENTO CANAL



LEYENDA

- CURVAS MAYORES CADA 5.00m
- CURVAS MENORES CADA 1.00m
- TERRENO NATURAL
- EJE DE CANAL DE CONCRETO
- RASANTE DE PAVIMENTO
- SUB RASANTE DE PAVIMENTO
- RELLENO CON MATERIAL PROPIO
- CORTE DE TERRENO NATURAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: Evaluación de canal de riego Tarzo Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buena Vista, Casma, 2022. ESCALA: INDICADA

LOCALIDAD: BUENA VISTA BAJA FECHA: ENERO-2025

PLANO: CANAL DE RIEGO CANTON: P-07

ELABORADO: BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY

REVISADO: METOD. TARSAC CHICO DEPARTO. BUENA VISTA DEPARTAMENTO. CAJAMA DEPARTAMENTO. ANCASH

**SECCIONES TRANSVERSALES
ESC. 1:200**

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+080 → SC-1/500



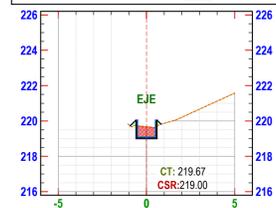
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.20	13.01	84.28
2. RELLENO	1.40	10.00	23.22

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+180 → SC-1/500



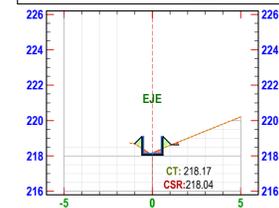
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.11	11.8	137.18
2. RELLENO	0.26	11.21	59.79

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+280 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.81	13.66	265.82
2. RELLENO	0.10	3.85	83.28

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+380 → SC-1/500



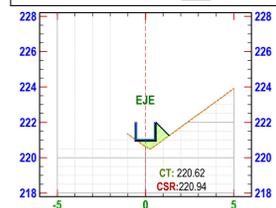
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.33	13.15	433.90
2. RELLENO	0.29	4.19	84.19

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+060 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	1.09	37.06	85.87
2. RELLENO	0.06	1.01	7.68

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+160 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.41	13.12	148.99
2. RELLENO	0.16	7.64	58.53

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+260 → SC-1/500



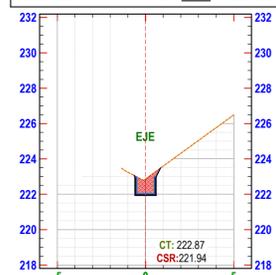
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.44	13.89	142.46
2. RELLENO	0.29	3.29	79.13

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+360 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.06	10.79	421.15
2. RELLENO	0.13	1.39	90.69

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+140 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	1.10	39.74	136.87
2. RELLENO	0.00	0.00	50.89

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+240 → SC-1/500



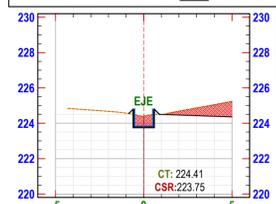
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.84	46.42	228.40
2. RELLENO	0.04	0.41	79.84

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+340 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	1.08	19.30	491.95
2. RELLENO	0.07	1.09	88.92

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+040 → SC-1/500

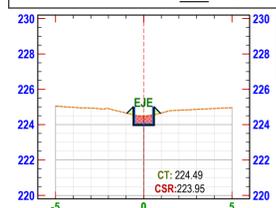


CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	2.42	38.99	43.89
2. RELLENO	0.08	2.31	6.12

LEYENDA - SEC. TRANS.

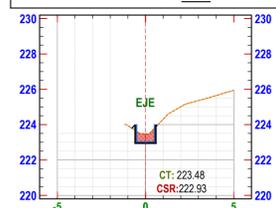
- LÍNEA EJE DE CANAL
- - - TERRENO NATURAL
- LINEA LÍMITE CORTE / RELLENO
- RELLENO CON MATERIAL PROPIO
- CORTE DE TERRENO NATURAL
- CANAL RECTANGULAR

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+020 → SC-1/500



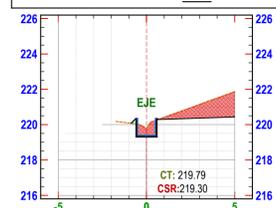
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.86	10.82	10.82
2. RELLENO	0.16	3.79	3.79

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+120 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.77	13.41	114.13
2. RELLENO	0.03	0.44	50.89

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+220 → SC-1/500



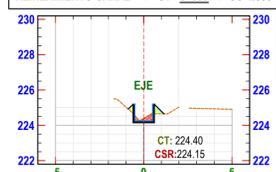
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	4.00	77.45	276.18
2. RELLENO	0.04	1.05	79.93

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+320 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.88	14.81	382.81
2. RELLENO	0.04	1.72	88.92

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+000 → SC-1/500



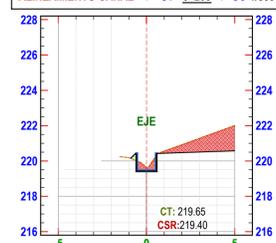
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.40	0.00	0.00
2. RELLENO	0.32	0.00	0.00

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+100 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.07	0.34	100.79
2. RELLENO	0.41	20.94	34.16

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+200 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	3.74	44.43	291.73
2. RELLENO	0.06	4.22	79.93

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+300 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.06	13.98	268.80
2. RELLENO	0.13	2.39	88.92

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: Evaluación de canal de riego Tarap Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejoría, distrito de Buenavista, Casma, 2022. ESCALA: INDICADA

LOCALIDAD: BUENA VISTA BAJA FECHA: ENERO- 2025

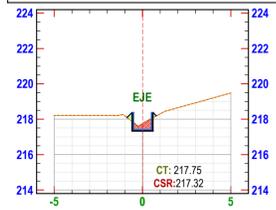
ELABORÓ: BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL
BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY

REVISÓ: METOD. TARIAC CHICO DEPARTO: BUENA VISTA
PROVINCIA: CASMA DEPARTAMENTO: ANCASH

ST-01

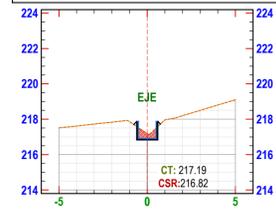
**SECCIONES TRANSVERSALES
ESC. 1:200**

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+480 → SC-1/500



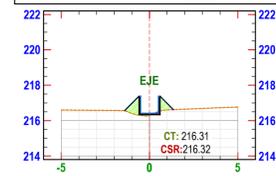
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.80	0.81	585.82
2. RELLENO	0.09	0.18	204.87

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+580 → SC-1/500



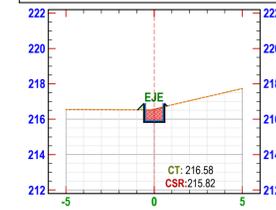
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.83	13.89	640.74
2. RELLENO	0.88	1.82	312.13

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+680 → SC-1/500



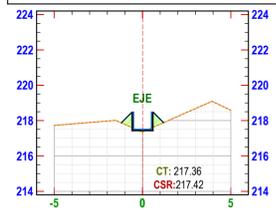
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.87	0.83	663.03
2. RELLENO	0.77	16.89	379.74

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+780 → SC-1/500



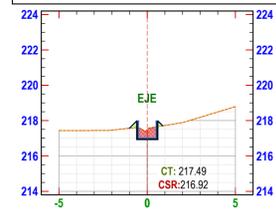
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.82	16.52	707.29
2. RELLENO	0.97	2.21	418.28

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+460 → SC-1/500



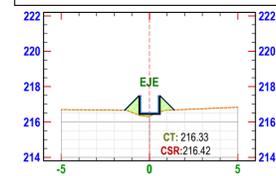
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.88	17.26	558.50
2. RELLENO	0.82	30.87	298.79

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+560 → SC-1/500



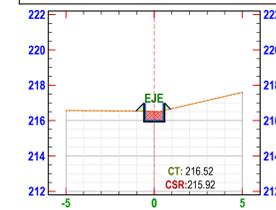
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.79	15.14	628.88
2. RELLENO	0.12	2.24	310.81

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+660 → SC-1/500



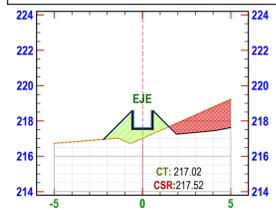
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.83	0.33	668.16
2. RELLENO	0.83	17.88	387.79

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+760 → SC-1/500



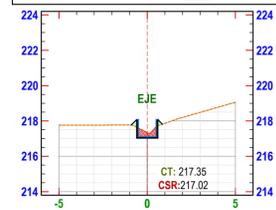
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.73	14.66	688.77
2. RELLENO	0.18	4.26	418.63

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+440 → SC-1/500



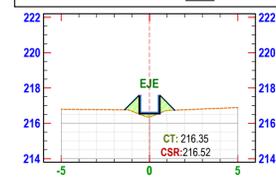
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	1.04	16.88	527.84
2. RELLENO	2.83	19.24	588.22

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+540 → SC-1/500



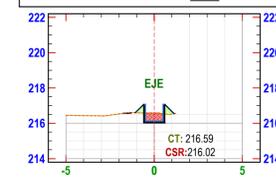
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.88	18.87	617.76
2. RELLENO	0.11	1.47	309.28

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+640 → SC-1/500



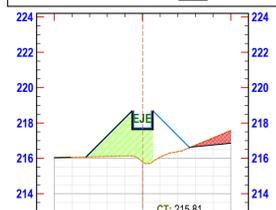
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.91	0.83	661.77
2. RELLENO	0.89	16.99	349.66

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+740 → SC-1/500



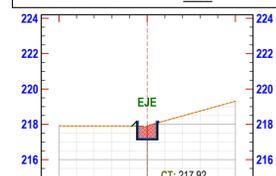
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.88	8.79	676.71
2. RELLENO	0.37	8.26	611.18

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+420 → SC-1/500



MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.83	26.03	479.85
2. RELLENO	0.26	19.89	598.98

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+520 → SC-1/500



MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.89	18.28	698.23
2. RELLENO	0.84	0.88	310.81

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+620 → SC-1/500



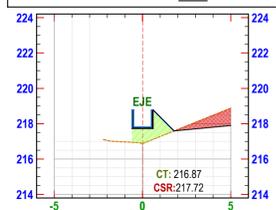
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.89	7.31	660.86
2. RELLENO	0.82	9.83	323.66

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+720 → SC-1/500



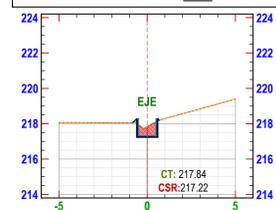
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.19	3.13	668.81
2. RELLENO	0.69	13.80	682.68

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+400 → SC-1/500



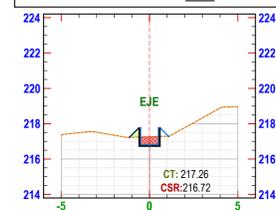
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	1.08	16.82	682.82
2. RELLENO	1.89	21.89	618.68

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+500 → SC-1/500



MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.84	14.36	675.98
2. RELLENO	0.83	1.19	308.16

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+600 → SC-1/500



MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.83	12.80	683.54
2. RELLENO	0.14	1.90	314.03

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+700 → SC-1/500



MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.12	1.89	684.87
2. RELLENO	0.72	14.81	388.84

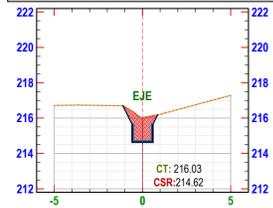
LEYENDA - SEC. TRANS.

- LÍNEA EJE DE CANAL
- TERRENO NATURAL
- LÍNEA LÍMITE CORTE / RELLENO
- RELLENO CON MATERIAL PROPIO
- CORTE DE TERRENO NATURAL
- CANAL RECTANGULAR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: Evaluación de canal de riego Tarzo Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buena Vista, Casma, 2022.	FECHA: ENERO - 2025	INDICADA
LOCALIDAD: BUENA VISTA BAJA	FECHA: ENERO - 2025	INDICADA
ELABORADO: BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY	INDICADA	ST-02
COORDINADO: METRO: TARIASO CHICO DEPARTAMENTO: BUENA VISTA	INDICADA	DEPARTAMENTO: ANCAHUELA

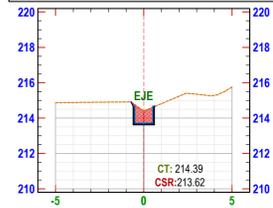
**SECCIONES TRANSVERSALES
ESC. 1:200**

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+900 → SC-1/500



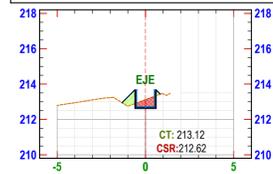
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	2.00	40.00	807.64
2. RELLENO	0.00	0.00	419.70

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+000 → SC-1/500



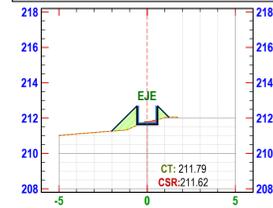
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	1.14	24.34	1102.09
2. RELLENO	0.00	0.00	420.23

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+100 → SC-1/500



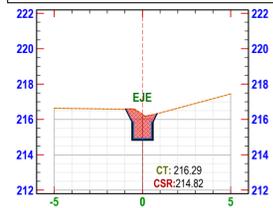
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	1.89	18.12	1206.00
2. RELLENO	0.39	0.71	444.29

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+200 → SC-1/500



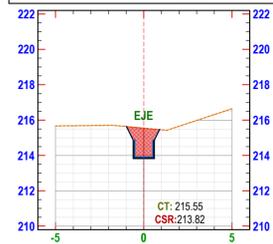
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.19	1.40	1219.51
2. RELLENO	1.09	32.98	807.62

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+880 → SC-1/500



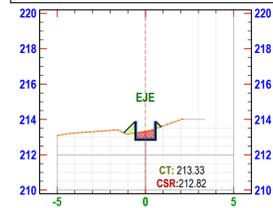
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	2.00	70.00	886.34
2. RELLENO	0.00	0.00	419.70

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+980 → SC-1/500



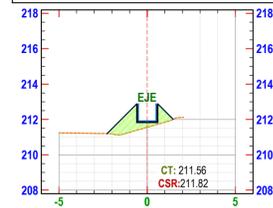
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.36	55.13	1002.16
2. RELLENO	0.00	0.00	420.23

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+080 → SC-1/500



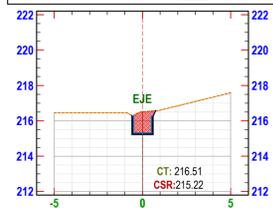
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.80	15.17	1194.40
2. RELLENO	0.28	0.96	427.28

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+180 → SC-1/500



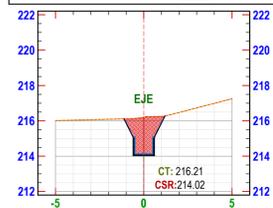
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	1.00	1217.49
2. RELLENO	2.11	20.91	204.67

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+840 → SC-1/500



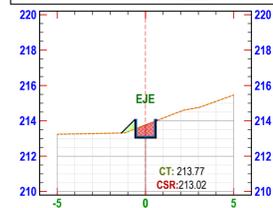
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	1.83	24.78	774.03
2. RELLENO	0.00	0.17	419.70

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+960 → SC-1/500



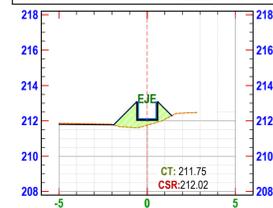
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	3.23	59.27	1037.03
2. RELLENO	0.00	0.26	420.23

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+060 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.89	17.38	1179.36
2. RELLENO	0.23	4.83	432.09

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+160 → SC-1/500



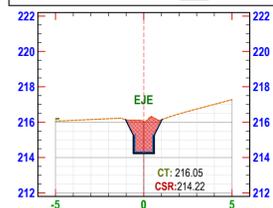
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.15	2.16	1216.13
2. RELLENO	1.79	24.58	494.76

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+820 → SC-1/500



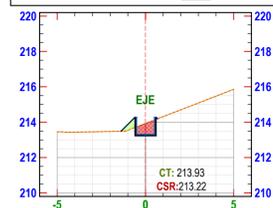
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.96	22.14	791.31
2. RELLENO	0.02	0.39	419.83

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+940 → SC-1/500



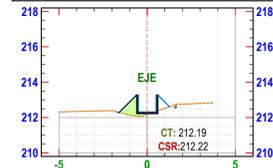
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	2.08	48.24	977.36
2. RELLENO	0.03	0.20	419.97

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+040 → SC-1/500



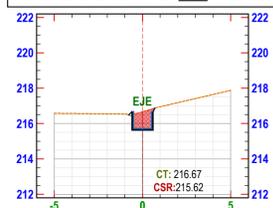
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.80	16.20	1191.56
2. RELLENO	0.26	0.80	427.67

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+140 → SC-1/500



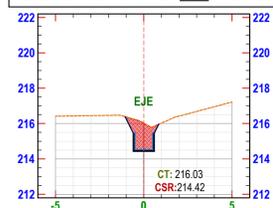
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.08	1.03	1215.58
2. RELLENO	0.88	14.29	470.18

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+800 → SC-1/500



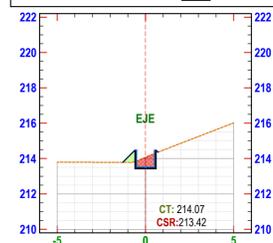
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	1.27	21.40	799.17
2. RELLENO	0.02	0.20	419.14

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 0+920 → SC-1/500



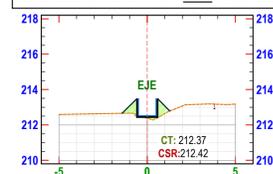
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	2.15	45.06	928.70
2. RELLENO	0.00	0.00	419.70

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+020 → SC-1/500



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.16	18.14	1184.70
2. RELLENO	0.24	0.48	422.67

ALINEAMIENTO CANAL → ST - 1+120 → SC-1/500



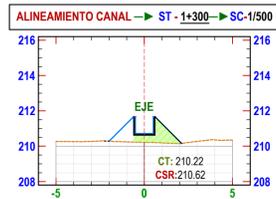
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.04	0.33	1212.83
2. RELLENO	0.75	11.81	422.90

LEYENDA - SEC. TRANS.

- LÍNEA EJE DE CANAL
- TERRENO NATURAL
- LÍNEA LÍMITE CORTE / RELLENO
- RELLENO CON MATERIAL PROPIO
- CORTE DE TERRENO NATURAL
- CANAL RECTANGULAR

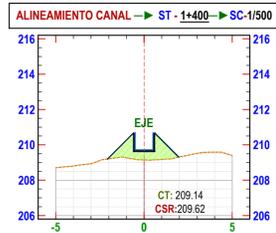
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		PROYECTO:	Evaluación de canal de riego Tarso Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buenavista, Casma, 2022	FECHA:	INDICADA
		LOCALIDAD:	BUENA VISTA BAJA	FECHA:	ENERO- 2025
PLAN:		CANAL DE RIEGO		CANTON:	
ELABORADO:		BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY		CANTON:	
DISEÑADO:		MIGUEL TABAZO CHICO PROFESOR CALDERA		CANTON:	
		DISTRITO: BUENA VISTA DEPARTAMENTO: ANCASH		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">ST-03</div>	

**SECCIONES TRANSVERSALES
ESC. 1:200**



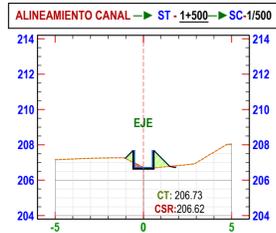
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1221.92
2. RELLENO	1.41	20.59	702.21



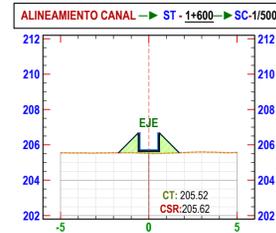
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1220.78
2. RELLENO	2.44	40.53	943.77



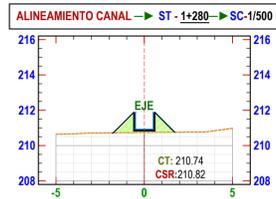
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	4.00	1220.68
2. RELLENO	0.88	12.14	1137.84



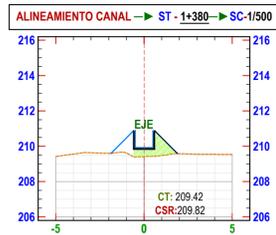
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1246.32
2. RELLENO	1.38	24.14	1221.47



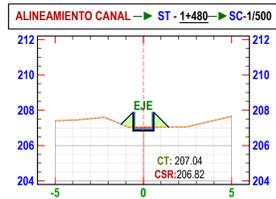
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1221.92
2. RELLENO	1.39	25.47	477.22



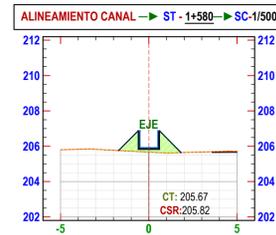
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1220.78
2. RELLENO	1.41	20.71	903.24



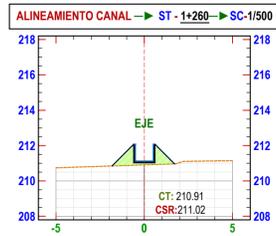
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	3.00	1220.00
2. RELLENO	0.84	14.76	1115.79



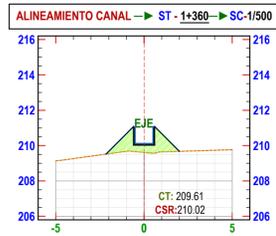
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1239.00
2. RELLENO	1.63	26.97	1044.32



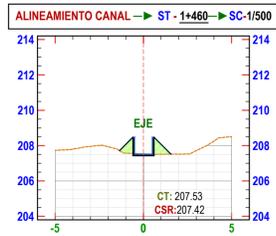
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1221.92
2. RELLENO	1.30	23.47	443.26



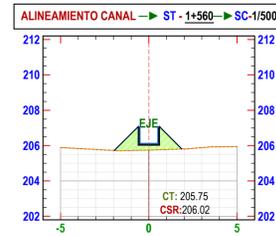
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1220.78
2. RELLENO	2.56	54.00	865.03



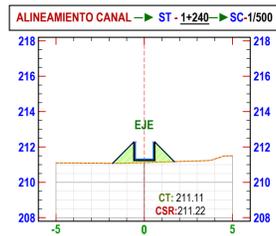
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.14	1.20	1220.10
2. RELLENO	0.84	24.43	1100.04



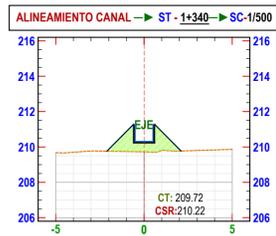
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1238.00
2. RELLENO	2.07	35.70	1007.36



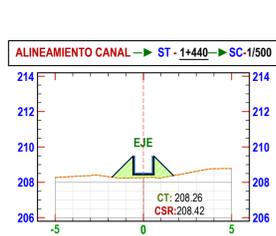
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1221.92
2. RELLENO	1.47	24.00	419.68



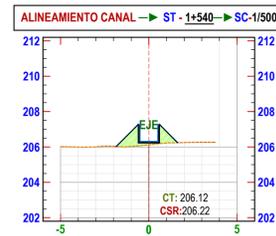
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	2.43	1220.78
2. RELLENO	2.00	50.83	909.03



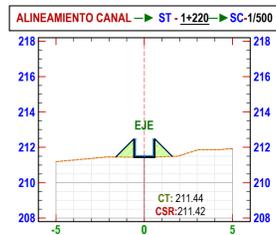
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1220.78
2. RELLENO	1.63	61.20	978.30



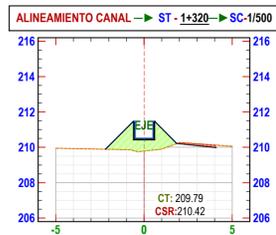
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1238.00
2. RELLENO	1.46	26.30	1170.17



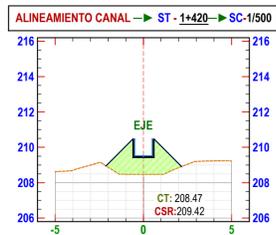
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	3.13	1221.64
2. RELLENO	1.63	21.11	588.73



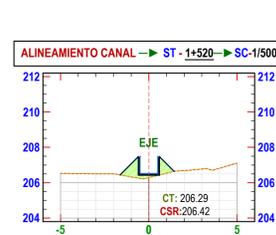
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.34	3.44	1224.30
2. RELLENO	3.00	47.00	749.21



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1220.78
2. RELLENO	4.43	71.34	1015.10



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN

MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	2.00	1238.00
2. RELLENO	1.20	17.80	1145.84

LEYENDA - SEC. TRANS.

- LÍNEA EJE DE CANAL
- TERRENO NATURAL
- LÍNEA LÍMITE CORTE / RELLENO
- RELLENO CON MATERIAL PROPIO
- CORTE DE TERRENO NATURAL
- CANAL RECTANGULAR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: Evaluación de canal de riego Tarzo Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buena Vista, Casma, 2022. ESCALA: INDICADA

LOCALIDAD: BUENA VISTA BAJA FECHA: ENERO- 2025

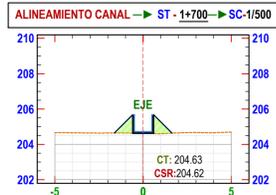
PLANO: CANAL DE RIEGO

ELABORÓ: BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL
BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY

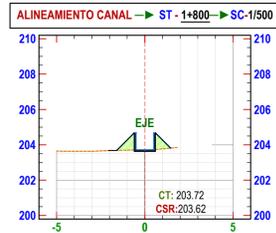
REVISÓ: METOD. TARIAC CHICO DEPARTO BUENAVISTA
PROVINCIA CASMA DEPARTAMENTO ANCAHUELA

ST-04

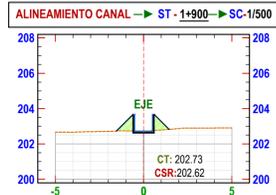
**SECCIONES TRANSVERSALES
ESC. 1:200**



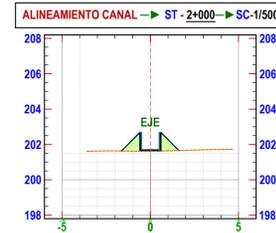
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.67	0.67	1341.66
2. RELLENO	5.98	23.40	1365.04



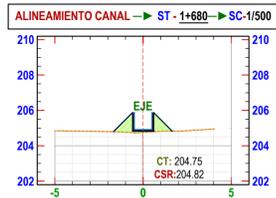
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.12	2.10	1289.46
2. RELLENO	0.88	18.20	1486.35



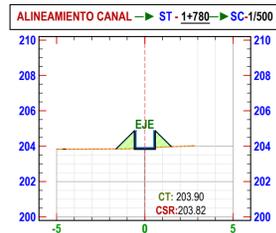
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.14	2.46	1291.71
2. RELLENO	0.82	17.18	1479.83



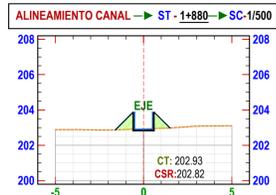
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1289.81
2. RELLENO	1.00	21.82	1511.63



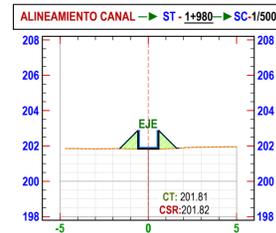
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.75	1241.89
2. RELLENO	1.29	23.95	1365.84



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.09	1.15	1246.35
2. RELLENO	0.95	19.33	1470.06



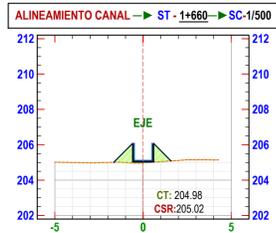
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.13	2.34	1289.01
2. RELLENO	0.90	17.68	1306.69



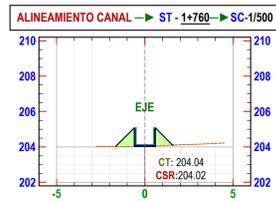
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1289.81
2. RELLENO	1.00	21.68	1511.42

LEYENDA - SEC. TRANS.

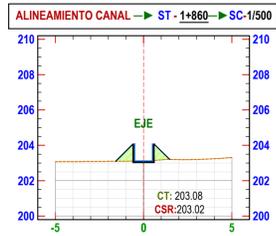
- LINEA EJE DE CANAL
- TERRENO NATURAL
- LINEA LIMITE CORTE / RELLENO
- RELLENO CON MATERIAL PROPIO
- CORTE DE TERRENO NATURAL
- CANAL RECTANGULAR



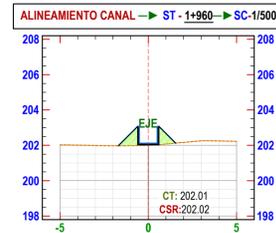
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.75	1241.89
2. RELLENO	1.19	21.39	1346.00



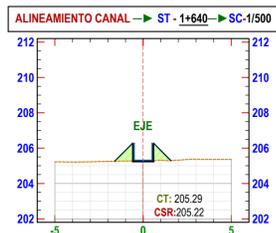
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.03	1.40	1247.00
2. RELLENO	1.00	18.81	1465.53



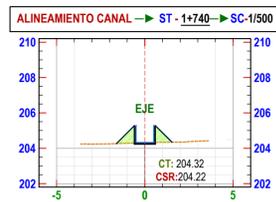
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.10	2.02	1287.41
2. RELLENO	0.87	17.88	1344.93



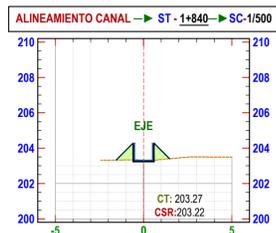
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	1.10	1288.81
2. RELLENO	1.10	20.54	1409.76



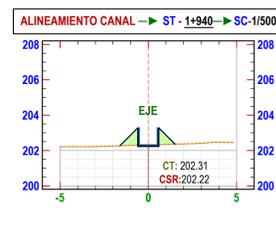
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.75	1241.89
2. RELLENO	0.98	22.58	1323.71



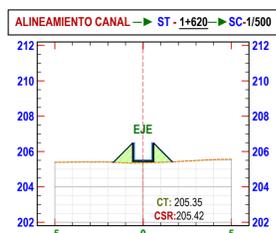
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.11	2.48	1248.80
2. RELLENO	0.93	19.20	1438.32



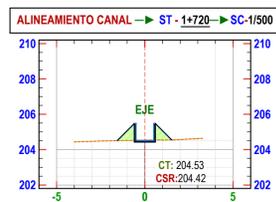
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.10	2.00	1287.20
2. RELLENO	0.96	17.82	1305.03



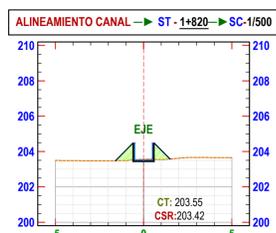
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.11	2.88	1288.74
2. RELLENO	0.98	17.56	1406.83



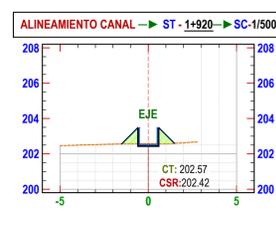
CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.00	0.00	1246.33
2. RELLENO	1.29	24.40	1371.13



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.13	1.28	1247.34
2. RELLENO	0.88	19.78	1415.32



CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.16	2.78	1293.21
2. RELLENO	0.90	17.80	1399.21

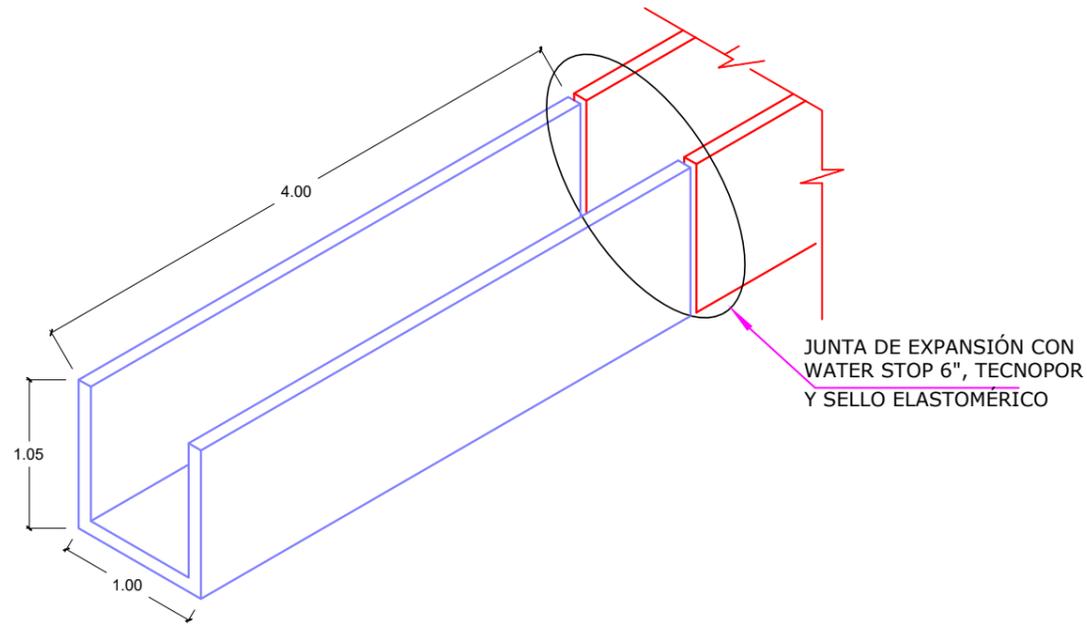


CUADRO DE AREA Y VOLUMEN			
MATERIAL	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN ACUMULADO (m ³)
1. CORTE	0.16	3.17	1296.88
2. RELLENO	0.81	16.30	1393.22

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		FACULTAD DE INGENIERIA	
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO:	Evaluación de canal de riego Tarso Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buenavista, Casma, 2022.	FECHA:	INDICADA
LOCALIDAD:	BUENA VISTA BAJA	FECHA:	ENERO-2025
PAIS:	BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL	GRUPO:	ST-05
ELABORADO:	BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY		
REVISADO:	METOD: TARSAO CHICO	DISTRICTO: BUENA VISTA	
	PROVINCIA: CASMA	DEPARTAMENTO: ANCASH	

TRAMO TÍPICO DE CANAL CERRADO

ESC. 1/25



CRITERIO DE DISEÑO ESTRUCTURAL

CODIGOS UTILIZADOS

NORMA E-020-CARGAS
NORMA E-060-C' A'
NORMA DE DISEÑO S. R.
NORMAS ASSHTO

CALIDAD DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

CONCRETO:

CEMENTO PORTLAND TIPO MS
RESISTENCIA CILINDRICA DEL C' $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

ACERO PARA CONCRETO:

ESFUERZO A LA FLUENCIA $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

EMPALMES:

CUADROS DE GANCHOS STANDAR EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADO:

D. VARILLA	VALOR DE L	D. VARILLA	VALOR DE G
ϕ 1/4"	30	ϕ 1/4"	15
ϕ 3/8"	40	ϕ 3/8"	20
ϕ 1/2"	50	ϕ 1/2"	25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO

CANAL

Muros : $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
LOSAS : $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

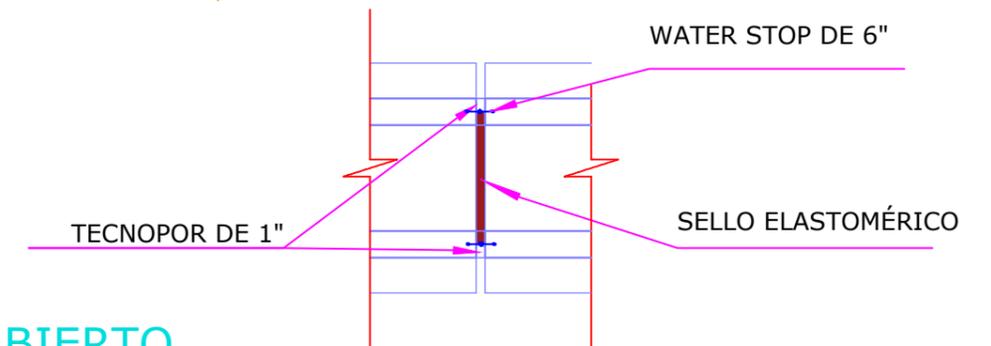
Acero Corrugado Grado 60 : $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS

Cara Inferior : 4.00 cm
Cara Superior : 4.00 cm

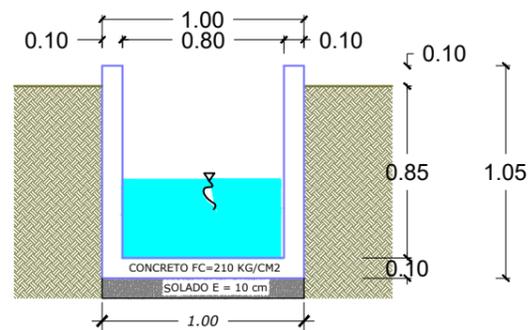
JUNTA DE EXPANSION (PLANTA)

ESC. 1/25



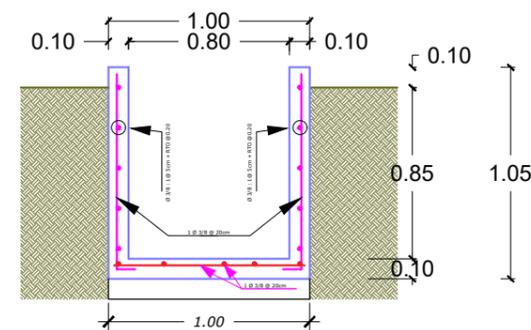
SECCION TIPICA DE CANAL ABIERTO

ESC. 1/25

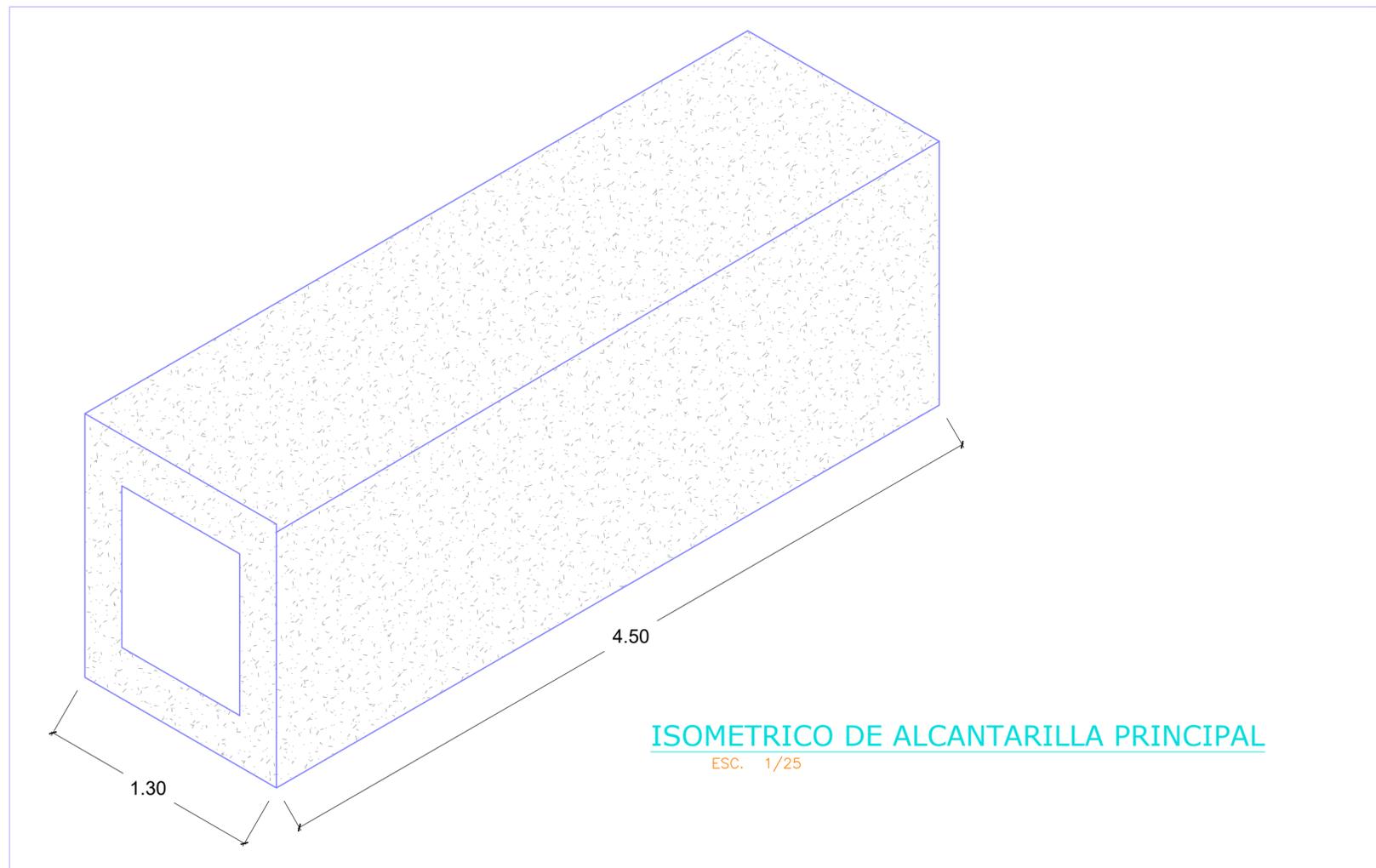


SECCION TIPICA DE CANAL ABIERTO

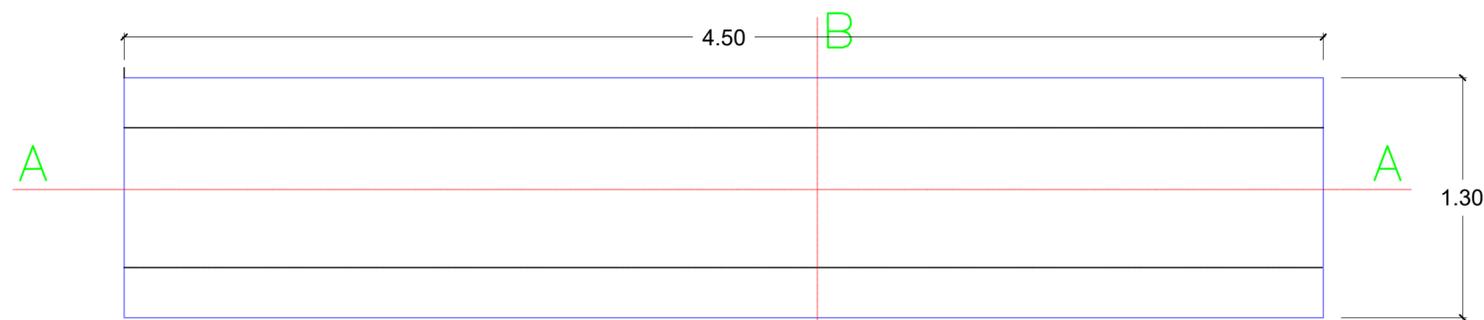
ESC. 1/25



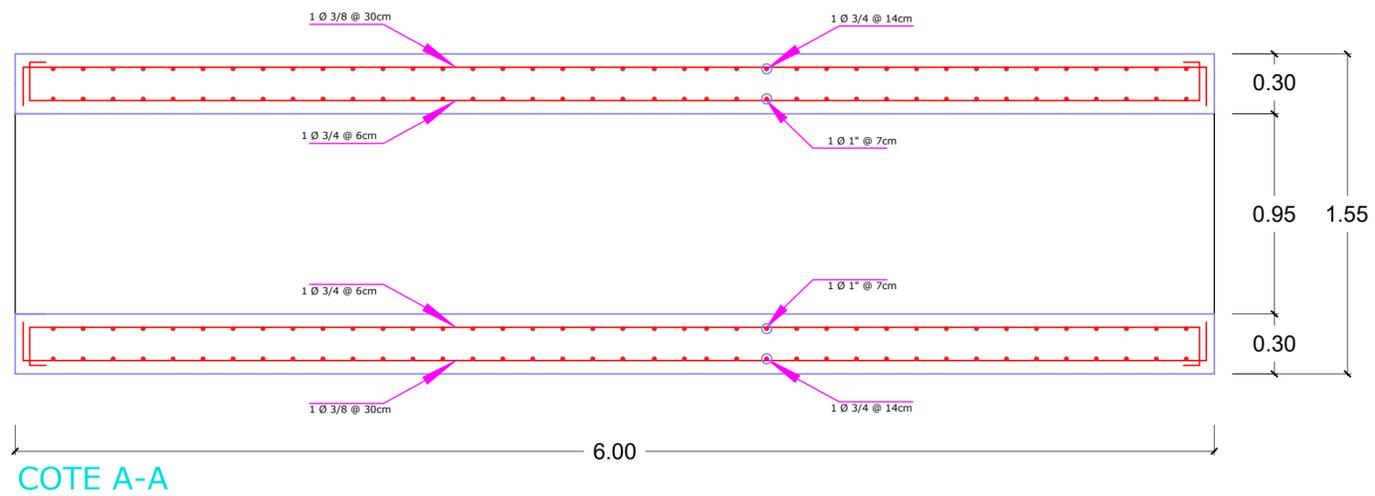
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		FACULTAD DE INGENIERIA	
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO : Evaluación de canal de riego Taro Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buenavista, Casma 2022		ESCALA : INDICADA	
LOCALIDAD : BUENA VISTA BAJA		FECHA : ENERO- 2025	
PLANO : CANAL DE RIEGO		LAMINA N°:	
ELABORA : BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY		<h1>C-01</h1>	
UBICACION : SECTOR : TARAO CHICO DISTRITO : BUENAVISTA PROVINCIA : CASMA DEPARTAMENTO : ANCASH			



ISOMETRICO DE ALCANTARILLA PRINCIPAL
ESC. 1/25



ALCANTARILLA PRINCIPAL (PLANTA)
ESC. 1/25



COTE A-A

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO

ALCANTARILLA

Muros : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
LOSAS : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

Acero Corrugado Grado 60 : $f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS

Cara Inferior : 4.00 cm
Cara Superior : 4.00 cm

CRITERIO DE DISEÑO ESTRUCTURAL

CODIGOS UTILIZADOS

NORMA E-020-CARGAS
NORMA E-060-C' A'
NORMA DE DISEÑO S. R.
NORMAS ASSHTO

CALIDAD DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

CONCRETO:

CEMENTO PORTLAND TIPO MS
RESISTENCIA CILINDRICA DEL C' $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

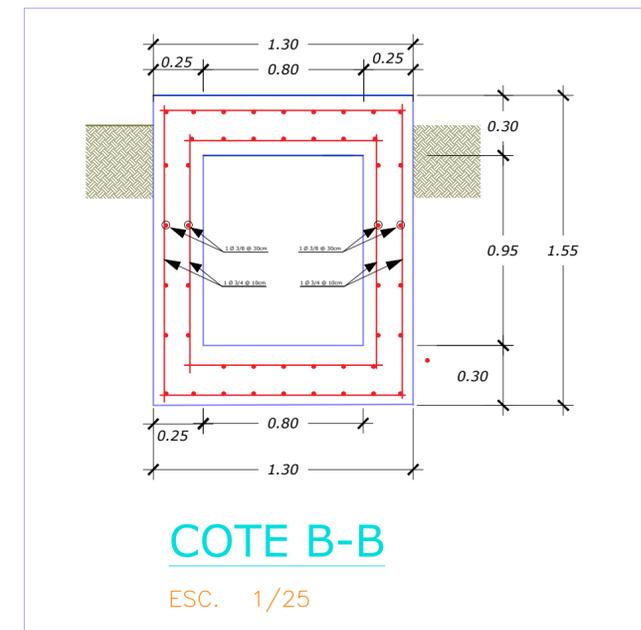
ACERO PARA CONCRETO:

ESFUERZO A LA FLUENCIA $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

EMPALMES:

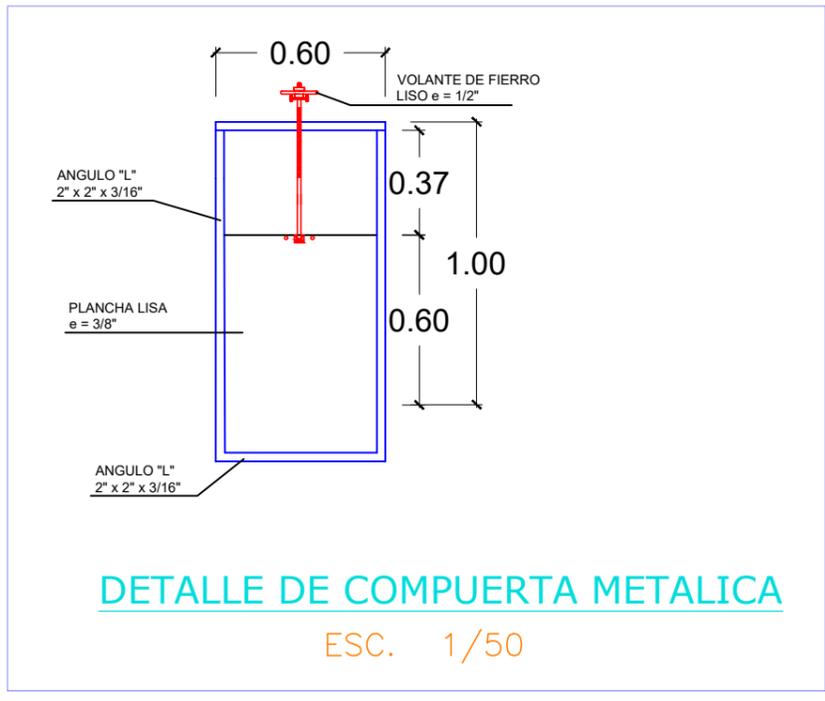
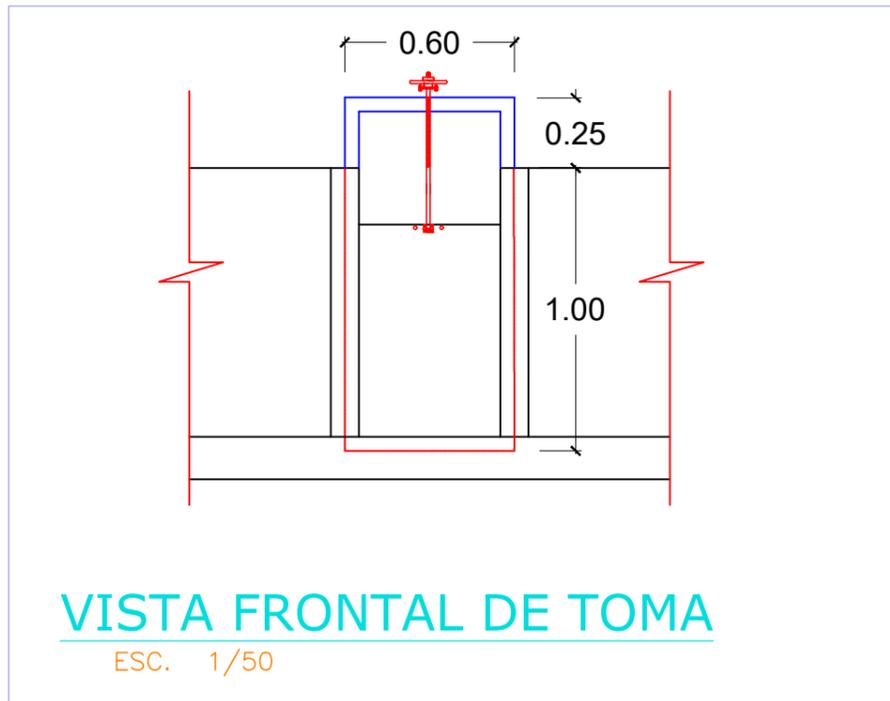
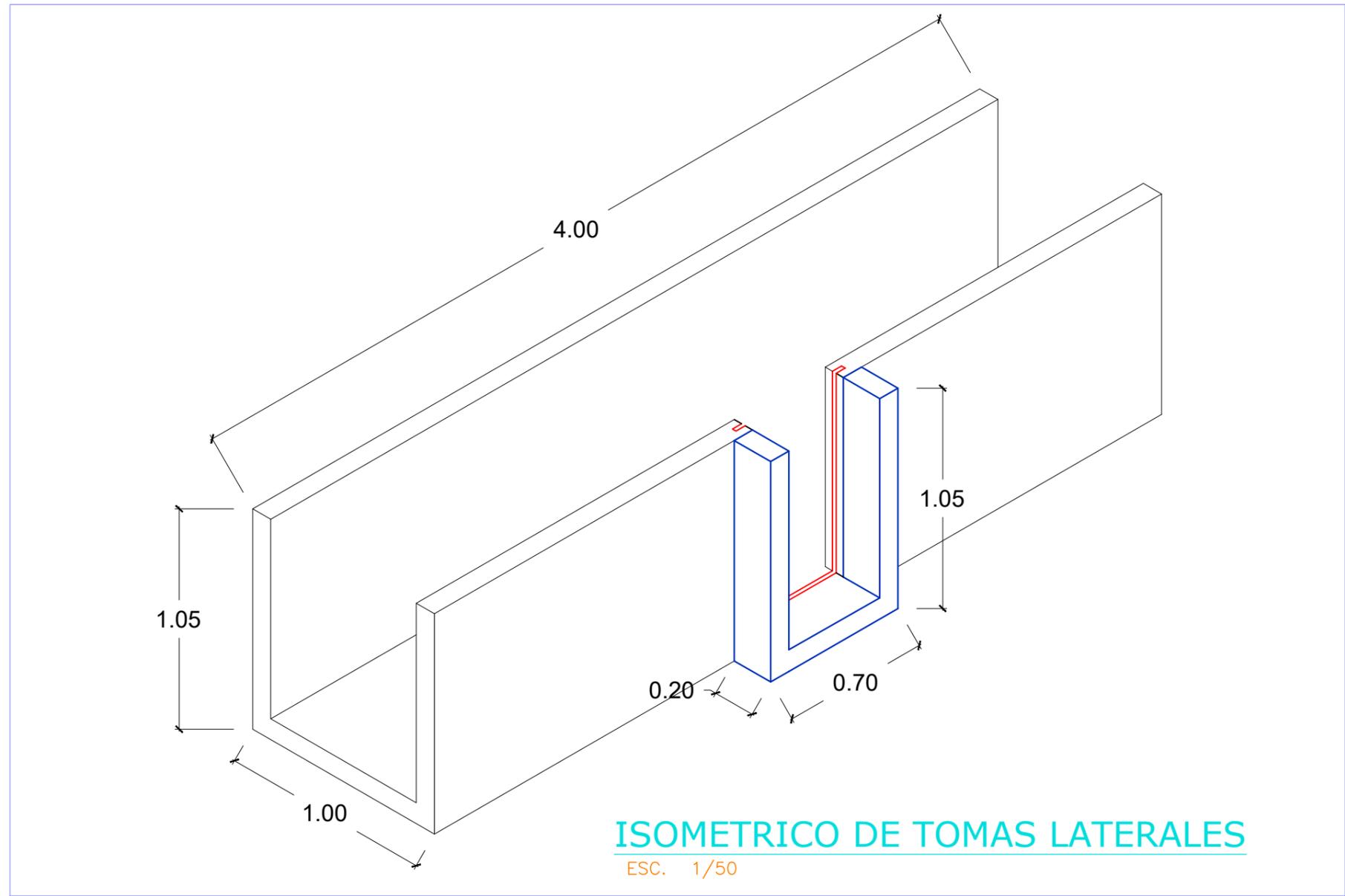
CUADROS DE GANCHOS STANDAR EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADO:

D. VARILLA	VALOR DE L	D. VARILLA	VALOR DE G
Ø 1/4"	30	Ø 1/4"	15
Ø 3/8"	40	Ø 3/8"	20
Ø 1/2"	50	Ø 1/2"	25



COTE B-B
ESC. 1/25

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO : Evaluación de canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buenavista, Casma 2022		ESCALA : INDICADA	
LOCALIDAD : BUENA VISTA BAJA		FECHA : ENERO- 2025	
PLANO : ALCANTARILLA TIPO CAJÓN		LAMINA N°:	
ELABORA : BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY		AL-01	
UBICACION :	SECTOR : TARAO CHICO PROVINCIA : CASMA	DISTRITO : BUENAVISTA DEPARTAMENTO : ANCASH	



 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
		PROYECTO: Evaluación de canal de riego Tarao Chico progresiva 0+000 - 2+000 con propuesta de mejora, distrito de Buenavista, Casma 2022	ESCALA: INDICADA
LOCALIDAD: BUENA VISTA BAJA		FECHA: ENERO- 2025	
PLANO: TOMA LATERAL - COMPUERTA METALICA		LAMINA N°:	
ELABORA: BACH. RAMOS CHAMPA PERCY DANIEL BACH. RAMOS TRUJILLO JHON ANTONY		TL-01	
UBICACIÓN:	SECTOR : TARAO CHICO PROVINCIA : CASMA	DISTRITO : BUENAVISTA DEPARTAMENTO : ANCASH	