

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA



TESIS

**“EVALUACIÓN DEL DRENAJE DE LA CARRETERA CHAMAYA-PUENTE
INTEGRACIÓN TRAMO KM 00+000 (DV. OLMOS)-KM 19+750 (JAÉN), 2023”.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO HIDRÁULICO

AUTOR:

Bach. MORI LINARES, MAGALI VELITT

ASESOR:

Dr. Ing. JOSÉ FRANCISCO HUAMÁN VIDAURRE

CAJAMARCA -PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: MAGALI VELITT MORI LINARES
DNI: 70206072
Escuela Profesional: INGENIERÍA HIDRÁULICA
2. Asesor: Dr. Ing. JOSÉ FRANCISCO HUAMÁN VIDAURRE.
Facultad: INGENIERÍA.
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación: **EVALUACIÓN DEL DRENAJE DE LA CARRETERA CHAMAYA-PUENTE INTEGRACIÓN TRAMO KM 00+000 (DV. OLMOS)-KM 19+750 (JAÉN), 2023**
6. Fecha de evaluación: **18 de Agosto de 2025**
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **20%**
9. Código Documento: **oid:3117:484435458.**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 19 de agosto de 2025



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 19/08/2025 00:02:17-0500

FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos: JOSÉ FRANCISCO HUAMÁN VIDAURRE

DNI: 26609077

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *EVALUACIÓN DEL DRENAJE DE LA CARRETERA CHAMAYA – PUENTE INTEGRACIÓN TRAMO KM 00+000 (DV. OLMOS) – KM 19+750 (JAÉN), 2023*

ASESOR : *Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0530-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 25 de agosto de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los ***cinco días del mes de setiembre de 2025***, siendo las quince horas (03:00 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Ambiente 1A – Segundo Piso), de la facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

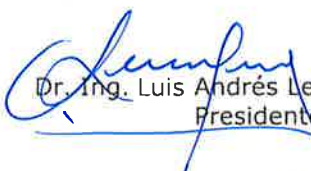
Presidente : Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Vocal : Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.
Secretario : Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *EVALUACIÓN DEL DRENAJE DE LA CARRETERA CHAMAYA – PUENTE INTEGRACIÓN TRAMO KM 00+000 (DV. OLMOS) – KM 19+750 (JAÉN), 2023*, presentado por la Bachiller en Ingeniería Hidráulica ***MAGALI VELITT MORI LINARES***, asesorado por el Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : *07* PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : *11* PTS.
EVALUACIÓN FINAL : *18* PTS. *DIECIOCHO* (En letras)

En consecuencia, se lo declara *A.P.R.O.B.A.D.A* con el calificativo de *DIECIOCHO (18)* acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las *17:00* horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.


Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Presidente


Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz
Vocal


Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Secretario


Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Asesor

AGRADECIMIENTO

Esta tesis es mucho más que un documento: es el reflejo de una parte de mí que dudó, cayó en silencio, pero siguió.

Gracias a quienes me sostuvieron cuando sentí que todo era demasiado. A mis padres, y en especial a mi madre, por su incansable insistencia para que no abandone este proceso. Gracias por ser la base sobre la que construyo cada paso, incluso cuando me faltaban fuerzas.

A mi pareja, por acompañarme con paciencia y ternura. Estar contigo ha hecho todo más claro y posible.

Al Dr. Ing. Francisco Huamán que fue mi asesor, gracias por su dedicación, claridad y tiempo. Gracias por revisar cada detalle con precisión, por responder con rapidez y por ayudar a que cada trámite avanzara sin demora. Su guía fue firme, directa y siempre oportuna.

Gracias a mi yo de hace meses, que se sentaba a escribir aun cuando no tenía ánimos, cuando sentía que no veía el final, pero igual abría el documento, volvía a pensar, volvía a intentarlo.

Gracias a quienes, sin saberlo, fueron importantes en todo este camino: quienes me preguntaron cómo iba, quienes me dieron ánimo, quienes me recordaron que mi esfuerzo tenía sentido.

Y gracias a la lluvia. Literal. Porque si algo me enseñó esta tesis es que incluso la lluvia más intensa, el talud más inestable, el canal más colmatado... puede canalizarse, si se diseña bien.

DEDICATORIA

A mi madre, María, por su incansable insistencia, por nunca dejar que me rinda y por recordarme con firmeza que terminar esto era posible.

A Renzo, mi compañero de vida, que llegó a sumar, a acompañar con luz, y que con su presencia tranquila y constante me inspiró a terminar lo que tantas veces pensé dejar. Gracias por tus palabras de aliento en los días difíciles, por tu paciencia y amor.

A mi hermana Raquel, por estar siempre dispuesta, por su ayuda silenciosa pero poderosa.

A mi gatita Lolo y mi perrito Duki, que, aunque no hablaron, me acompañaron en cada jornada larga, en cada desvelo, haciéndome sentir que no estaba sola. Esta tesis es también de ustedes.

Gracias por caminar conmigo.

INDICE

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA.....	iii
FIGURAS.....	vi
TABLAS.....	vii
FOTOGRAFÍAS.....	x
PALABRAS CLAVES	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.2.1. Justificación científica	2
1.2.2. Justificación Técnica - Práctica	3
1.2.3. Justificación Institucional y Personal	3
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5.1. Objetivo general.....	5
1.5.2. Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación:.....	6
2.1.1. Internacionales.....	6
2.1.2. Nacionales	6
2.1.3. Locales	7
2.2. Bases teóricas:.....	7
2.2.1. Hidrología	7

2.2.2.	Estimación de caudales	11
2.2.3.	Estadística hidrológica	16
2.2.4.	Hidráulica de Drenaje de carreteras	25
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS		44
3.1.	MATERIALES Y EQUIPOS	44
3.2.	UBICACIÓN DEL PROYECTO	45
3.3.	ACCESIBILIDAD	46
3.4.	METODOLOGÍA	47
3.5.	PROCEDIMIENTO	48
3.5.1.	PROCESAMIENTO HIDROLOGICO	49
3.5.1.1.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRAFICA E HIDROMETEOROLÓGICA	49
	Información Cartográfica	49
	Información Meteorológica	50
	Análisis de la información Meteorológica	51
	Registro de precipitación máxima en 24 horas	51
	Prueba de datos dudosos “outliers”	51
	Análisis estadístico de la información	53
	Curva de intensidad – duración – frecuencia (IDF)	55
3.6.	EVALUACION DE CAMPO Y PROCESAMIENTO HIDRÁULICO.....	58
3.6.1.	Diagnóstico y situación actual de alcantarillas	58
3.6.2.	Diagnóstico y situación actual de cunetas	60
3.6.3.	Evaluación de obras de arte transversal y longitudinal.....	63
3.7.	HIDRÁULICA	69
3.7.1.	Alcantarillas	69
3.7.1.1.	Rugosidades compuestas.....	69
3.7.1.2.	Capacidad hidráulica	70
3.7.1.3.	Socavación en alcantarillas	80
3.7.2.	Badenes	80
3.7.2.1.	Capacidad hidráulica	81
3.7.3.	Cunetas	81
3.7.3.1.	Rugosidades compuestas.....	81

3.7.3.2. Capacidad hidráulica	82
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88
4.1. HIDROLOGÍA	88
4.1.1. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE DRENAJE	88
4.1.2. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE ÁREAS DE DRENAJE	88
4.1.3. CAUDALES MÁXIMOS	90
4.2. HIDRÁULICA	92
4.2.1. RUGOSIDADES COMPUESTAS.....	92
4.2.2. REEMPLAZO Y MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS	93
4.2.3. CAPACIDAD HIDRÁULICA DE NUEVAS OBRAS DE DRENAJE PROPUESTAS	97
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
5.1. CONCLUSIONES	97
5.2. RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	103
ANEXO 1. LISTA DE OBRAS DE ARTE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL.....	103
ANEXO 2. FICHAS TÉCNICAS DE ALCANTARILLAS EXISTENTES	111
ANEXO 3. DISEÑO DE CAPACIDAD HIDRÁULICA DE ALCANTARILLAS TMC Y MCA EXISTENTES.....	176
ANEXO 4. PLANOS DE DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE DRENAJE.....	189
ANEXO 5. DISEÑO DE CAPACIDAD HIDRÁULICA DE ALCANTARILLAS TMC Y MCA PROPUESTAS.....	196
ANEXO 6. REPORTES DE SENAMHI.....	208
ANEXO 7. CAUDALES VARIABLES EN EL TIEMPO	211
ANEXO 8. MODELAMIENTO EN 1D Y 2D	216

FIGURAS

Figura 1. Delimitación de cuenca hidrológica.....	8
Figura 2. Factor de forma de una cuenca	8

Figura 3. Curvas IDF para distintos periodos de retorno en la estación CIM-FICH (1986–2016)	14
Figura 4. Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil	15
Figura 5. Proceso de selección de una distribución teórica.	17
Figura 6. Tipos de flujo.....	26
Figura 7. Sección rectangular en sección crítico.....	27
Figura 8. Sección triangular en sección crítico.	28
Figura 9. Sección trapezoidal en sección crítico.	28
Figura 10. Parámetros de flujo de una tubería de una sección circular.....	29
Figura 11. Parámetros de flujo de una tubería llena de una sección circular.....	29
Figura 12. Pendientes: línea de energía, línea piezométrica y fondo del canal. ...	30
Figura 13. Flujo gradualmente variado.	32
Figura 14. Tramo de longitud dx.....	33
Figura 15. Resalto hidráulico.....	34
Figura 16. Definición esquemática de variables hidráulicas de una alcantarilla .	36
Figura 17. Diagrama de flujo para determinar el tipo de flujo de alcantarillas.....	37
Figura 18. Definición esquemática del flujo en alcantarilla.....	37
Figura 19. Canal de rugosidades compuestas.	41
Figura 20. Secciones utilizadas en cunetas.....	43
Figura 21. Ubicación general de tramo en estudio – Google earth.	46
Figura 22. Acceso a la zona de estudio	46
Figura 23 . Ubicación de la estación meteorológica	50
Figura 24. Estación Jaén – ajuste de distribución Log Pearson Tipo III.	54
Figura 25. Ecuación para generar la curva de intensidad – duración y frecuencia.	57
Figura 26. Curvas IDF – Método Grunsky.....	57

TABLAS

Tabla 1. Valores del coeficiente de escorrentía.....	12
--	----

Tabla 2. Periodo de retorno de diseño recomendado para estructuras menores.	16
Tabla 3. Valores críticos d para la prueba Kolmogorov – Smirnov	24
Tabla 4. Capacidad hidráulica de acuerdo con el tipo de flujo en alcantarillas...	38
Tabla 5. Coeficiente de rugosidad mínimo, normal y máximo de estructuras.	41
Tabla 6. Capacidad hidráulica de acuerdo con el tipo de flujo en alcantarillas...	44
Tabla 7: Distancia y tiempo hacia zona de estudio	46
Tabla 8: Cartas nacionales utilizadas	49
Tabla 9: Estación Meteorológica en la zona de estudio.....	50
Tabla 10: Precipitaciones máximas en 24 horas (mm).	51
Tabla 11: Valores para coeficiente (Kn).	52
Tabla 12: Análisis de datos dudosos de la estación Jaén.	53
Tabla 13: Precipitaciones para diferentes periodos de retorno.	54
Tabla 14: Precipitaciones corregidas.	55
Tabla 15: Intensidades de diseño según método Grunsky.....	57
Tabla 16: Cuadro resumen de estructuras existentes.....	63
Tabla 17: Tramos sin cunetas	64
Tabla 18: Resultados de la clasificación de materiales de los tramos evaluados.	66
Tabla 19: Cálculo de caudales que generan erosión e la salida de alcantarilla ...	80
Tabla 20: Capacidad hidráulica de badenes	81
Tabla 21: Dimensiones de cunetas existentes.	83
Tabla 22: Caudal de diseño de cunetas – AD -1 y AD -3	84
Tabla 23: Caudal de diseño de cunetas – AD -7 y AD -15.	84
Tabla 24: Caudal de diseño de cunetas – AD -17 y AD -18.	84
Tabla 25: Caudal de diseño de cunetas – AD -21 y AD-25.	85
Tabla 26: Caudal de diseño de cunetas – AD -27.....	85
Tabla 27: Capacidad hidráulica de cunetas existentes.....	86
Tabla 28: Tiempo de concentración de Alcantarillas.	88
Tabla 29: Tiempo de concentración de badenes.....	89
Tabla 30: Parámetros geomorfológicos de áreas de drenaje que drenan a cunetas.	89
Tabla 31: Tiempo de concentración de áreas de drenaje que drenan a cunetas.	89
Tabla 32: Método Racional - Alcantarillas.	90

Tabla 33: Método Racional - Badenes.	91
Tabla 34: Método Racional de áreas de drenaje que drenan a cunetas.	91
Tabla 35: Rugosidades compuestas de alcantarillas.....	92
Tabla 36: Rugosidades compuestas de tramos de cuneta.	93
Tabla 37: Estructuras actuales, reemplazadas y proyectadas.	94
Tabla 38: Estructuras a reemplazar.....	96
Tabla 39: Lista de obras de drenaje transversal - Alcantarillas.	104
Tabla 40: Lista de obras de drenaje transversal – Badenes.....	108
Tabla 41: Lista de obras de drenaje transversal – Puentes.....	108
Tabla 42: Lista de obras de drenaje longitudinal – Cunetas.....	109
Tabla 43: Lista de obras de drenaje longitudinal – Bordillos.	110
Tabla 44: Datos de campo de alcantarillas.....	177
Tabla 45: Tirantes de ingreso y salida	177
Tabla 46: Tirantes de ingreso, salida y crítico.	179
Tabla 47: Tirantes de ingreso, salida y crítico.	180
Tabla 48: Relaciones para determinar tipo de flujo.....	180
Tabla 49: Tipo de flujo en alcantarillas.	182
Tabla 50: Caudal de diseño o capacidad hidráulica.	183
Tabla 51: Comparación del caudal de diseño e hidrológico.	184
Tabla 52: Capacidad hidráulica de alcantarillas MCA – Drenaje de cunetas y encauzamientos.	186
Tabla 53: Estimación de tirantes en el ingreso y salida.	186
Tabla 54: Estimación de tirantes críticos y áreas, perímetros, radio hidráulico.	187
Tabla 55: Relaciones para determinar el tipo de flujo en alcantarillas.	187
Tabla 56: Tipo de flujo en alcantarillas.	187
Tabla 57: Caudal de diseño de alcantarillas.	188
Tabla 58: Verificación de capacidad hidráulica.....	188
Tabla 59: Capacidad hidráulica de alcantarillas TMC propuestas.	197
Tabla 60: Capacidad hidráulica de alcantarillas MCA propuestas.	200
Tabla 61: Dimensiones de cunetas proyectadas.....	200
Tabla 62: Capacidad hidráulica de cunetas propuestas.	201
Tabla 63: Caudales generados para alcantarillas TMC.	212

Tabla 64: Caudales generados para alcantarillas MCA.....	213
Tabla 65: Caudales generados para cunetas.	214

FOTOGRAFÍAS

Fotografía. 1 Alcantarilla en el Km 1+008 – TMC de 36”	58
Fotografía. 2 Alcantarilla en el Km 1+548 – TMC de 36”	59
Fotografía. 3 Alcantarilla en el Km 1+692 – TMC de 36”	59
Fotografía. 4 Alcantarilla en el Km 15+584 – TMC de 36”	60
Fotografía. 5 Tramo sin cuentas Km 00+440 – Km 00+606.....	60
Fotografía. 6 Tramo sin cuentas Km 02+878 – Km 04+164.....	61
Fotografía. 7 Tramo de cunetas del Km 12+675 – Km 13+011	61
Fotografía. 8 Tramo de cunetas del Km 13+456 – Km 13+504.....	62
Fotografía. 9 Tramo de cunetas del Km 14+772 – Km 15+254.....	62
Fotografía. 10 Tramo de cunetas del Km 18+876 – Km 19+246	62

PALABRAS CLAVES

Áreas de drenaje

Superficie del terreno que aporta agua de escorrentía a un punto específico del sistema de drenaje (alcantarilla transversal). Es decir, es la superficie delimitada por las divisorias de aguas que contribuyen al flujo de un río o curso de agua principal y sus afluentes. (Villón, M. 2002).

Alcantarillas TMC

Una alcantarilla TMC (del inglés *Corrugated Steel Pipe*, CSP) es una estructura circular diseñada para drenaje transversal en carreteras, fabricada en láminas de acero corrugado. Su perfil ondulado le confiere flexibilidad estructural y alta resistencia a cargas vehiculares y al terreno circundante, siendo adecuada para la conducción de aguas pluviales desde cunetas o áreas de escurrimiento bajo la vía. (Corrugated Steel Pipe Institute, 2007).

Alcantarilla MCA

Una alcantarilla de marco de concreto armado (MCA) es una estructura prefabricada o fundida in situ de sección generalmente rectangular, empleada para el drenaje transversal en caminos o vías, permitiendo el paso del flujo bajo la infraestructura vial. Están diseñadas para soportar cargas verticales del tránsito y del terreno, siendo apropiadas para cauces intermitentes o permanentes. (González G. & Castillo J., 2005).

Obras de drenaje

Son infraestructuras hidráulicas construidas con el fin de captar, conducir y evacuar las aguas superficiales o subterráneas que pueden afectar la estabilidad y durabilidad de una vía. Estas obras comprenden dispositivos como alcantarillas, cunetas, canales, drenes y estructuras de disipación de energía, que permiten mantener operativa la vía frente a las precipitaciones. (Kraemer et al., 2021).

Sedimentos

En Hidráulica Fluvial entendemos por sedimento cualquier material, más pesado que el agua, que es transportado en algún momento por la corriente y luego depositado. (Rocha, A. 1998).

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en la evaluación hidrológica e hidráulica del sistema de drenaje existente en el tramo vial Chamaya – Puente Integración, comprendido entre el Km 00+000 (Dv. Olmos) y el Km 19+750 (zona urbana de Jaén), en el departamento de Cajamarca. Este corredor nacional, clasificado como PE-5N y construido en el año 2005, forma parte del proyecto de conservación por niveles de servicio impulsado por Provías Nacional. Actualmente, presenta deficiencias significativas en su sistema de drenaje, tales como la obstrucción de cunetas por sedimentos, ausencia de cunetas en sectores críticos, y alcantarillas subdimensionadas o parcialmente colmatadas. Estas condiciones comprometen la evacuación eficiente del agua pluvial, afectando la transitabilidad y reduciendo la vida útil de la infraestructura vial. Desde un enfoque científico y técnico, la investigación aplicó el método racional y utilizó registros históricos de precipitación para estimar los caudales de diseño, considerando periodos de retorno de 30 y 71 años. A partir de estos valores, se realizó la evaluación hidráulica de las cunetas y alcantarillas existentes, tomando en cuenta su geometría, grado de colmatación y deterioro estructural. El análisis evidenció que la mayoría de las estructuras no cumplen con la capacidad requerida para evacuar adecuadamente los caudales generados por lluvias intensas. Como resultado, se plantea el reemplazo de 43 alcantarillas por tuberías de 48”, la instalación de 62 nuevas alcantarillas del mismo diámetro, 2 alcantarillas de 60”, y la reposición de 20,56 km de cuneta, con el objetivo de restituir la funcionalidad hidráulica del sistema. Estas medidas buscan garantizar una evacuación eficiente del agua pluvial, reducir procesos erosivos en la plataforma y asegurar la transitabilidad segura y continua de la vía. Finalmente, esta investigación constituye una herramienta técnica de soporte para las entidades responsables de la conservación vial, ya que propone soluciones concretas, fundamentadas en criterios hidráulicos, que permiten mejorar la eficiencia del sistema de drenaje, prolongar la vida útil de la infraestructura y optimizar el uso de los recursos públicos destinados a su mantenimiento.

Keywords

DRAINAGE AREA

A **drainage area** is the land surface that contributes runoff to a specific point in the drainage system (e.g., a cross-drain culvert). It is defined by the watershed boundaries that channel the flow toward a main river or watercourse and its tributaries. (Villón, M. 2002).

CORRUGATED STEEL PIPE

A **CSP culvert** (Corrugated Steel Pipe) is a circular structure used for cross drainage in roads, made of corrugated steel sheets. Its wavy profile provides structural flexibility and high resistance to traffic loads and surrounding soil pressure, making it suitable for conveying stormwater from ditches or runoff areas beneath the road. (Corrugated Steel Pipe Institute, 2007).

REINFORCED CONCRETE FRAME

A **reinforced concrete box (RCB) culvert** is a rectangular structure, either precast or cast-in-place, used for cross drainage in roadways, allowing water flow beneath the road infrastructure. These culverts are designed to withstand vertical loads from traffic and soil, and are suitable for intermittent or perennial streams. (González G. & Castillo J., 2005).

DRAINAGE WORKS

Drainage works are hydraulic infrastructures built to capture, convey, and evacuate surface or subsurface water that could compromise the stability and durability of a road. These works include structures such as culverts, ditches, channels, drains, and energy dissipation devices, all crucial for maintaining roadway operability during rainfall events. (Kraemer et al., 2021).

SEDIMENT

In **fluvial hydraulics**, **sediment** refers to any material heavier than water that is transported by the flow and eventually deposited. (Rocha, A. 1998).

ABSTRACT

This research focuses on the hydrological and hydraulic evaluation of the existing drainage system along the Chamaya – Puente Integración road segment, spanning from Km 00+000 (Dv. Olmos) to Km 19+750 (urban area of Jaén), located in the Cajamarca region of Peru. This national corridor, classified as PE-5N and constructed in 2005, is part of the road network targeted for performance-based maintenance and improvement under a service level management project led by Provías Nacional. Currently, the road exhibits critical drainage issues, including clogged ditches due to sediment accumulation, the absence of drainage elements in key sections, and culverts that are undersized or partially obstructed. These deficiencies hinder the proper discharge of stormwater, threatening road stability and reducing infrastructure lifespan. From a scientific and technical perspective, the study applied the rational method and used historical rainfall records to estimate design flows corresponding to return periods of 30 and 71 years. Based on these values, a hydraulic evaluation of the existing culverts and ditches was carried out, considering their geometry, sedimentation levels, and structural deterioration. The analysis revealed that most structures fail to meet the minimum requirements to convey the runoff generated during intense rainfall events. As a result, the study proposes replacing 43 culverts with 48” diameter pipes, constructing 63 additional culverts of the same size, 4 culverts of 60”, and restoring 17 kilometers of ditches to recover the system's hydraulic capacity. These measures aim to ensure efficient runoff management, reduce erosion along the road platform, and maintain safe and continuous road transit. Ultimately, this research serves as a valuable technical tool for road maintenance authorities, providing concrete, hydraulically sound solutions to enhance the current infrastructure, extend its service life, and optimize public resource allocation for its upkeep.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. CONTEXTUALIZACIÓN

Las cunetas de la carretera Chamaya–Puente Integración, en su tramo comprendido entre el Km 00+000 (Dv. Olmos) y el Km 19+750 (zona urbana de Jaén), en su mayoría se encuentran obstruidas por la acumulación de sedimentos, lo que impide la adecuada evacuación del agua pluvial. Este problema provoca estancamientos y erosión en los terrenos aledaños, afectando la estabilidad de la vía. Además, se ha identificado la ausencia de cunetas en ciertos sectores, lo que agrava la situación al no controlar de manera eficiente la escorrentía. En varias partes del tramo, el pavimento y algunas alcantarillas presentan asentamientos, posiblemente debido a la falta de un sistema de subdrenaje adecuado y a la existencia de estructuras subdimensionadas, lo que sugiere un desgaste acelerado de estas infraestructuras.

Desde su construcción en el año 2005, esta carretera, clasificada como vía nacional (PE-5N), ha experimentado un deterioro progresivo en su infraestructura de drenaje. La vía se ubica en una zona con una altitud promedio de 604 metros sobre el nivel del mar (msnm), donde las lluvias intensas y frecuentes son características del clima local. A pesar de que se implementaron sistemas de drenaje como alcantarillas y cunetas para manejar las aguas pluviales, el subdimensionamiento de algunas estructuras y su estado actual han reducido significativamente su efectividad, lo que pone en riesgo tanto la durabilidad del pavimento como la transitabilidad segura de la vía.

Este tramo forma parte del corredor vial priorizado por el Estado mediante el proyecto de “Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial: Chamaya (Dv. Olmos) – Jaén – San Ignacio – Puente Integración (frontera con Ecuador) / Sondor – Tabaconas – Dv. San José del Alto – Tamborapa (Emp. PE-5N) / Canchaque–Huancabamba”.

En ese contexto, y considerando que este sector presenta condiciones topográficas y climáticas que lo convierten en uno de los más críticos del corredor, se hace necesaria una evaluación

técnica hidrológica e hidráulica de las estructuras existentes, a fin de verificar su funcionamiento y proponer medidas que mejoren el sistema de drenaje.

El presente estudio busca aportar con soluciones técnicas que optimicen la eficiencia hidráulica del tramo evaluado, protejan la infraestructura vial y minimicen el impacto negativo de las lluvias, en el marco de las acciones de conservación vial proyectadas para este importante eje nacional.

1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El tramo de la carretera Chamaya–Puente Integración, entre el Km 00+000 (Dv. Olmos) y el Km 19+750 (zona urbana de Jaén), presenta un deterioro progresivo de su sistema de drenaje superficial. Las cunetas, en su mayoría obstruidas por sedimentos, han perdido su funcionalidad hidráulica, lo que impide la adecuada evacuación de las aguas pluviales. Esta situación genera estancamientos, erosión en los márgenes de la vía y debilitamiento estructural del pavimento. La falta de cunetas en determinados sectores y la inexistencia de un sistema de subdrenaje agravan aún más los problemas de escorrentía superficial.

Asimismo, se ha identificado que varias de las alcantarillas existentes se encuentran colmatadas por la acumulación de sedimentos, material vegetal y otros residuos arrastrados por las lluvias. Esta obstrucción limita su capacidad de conducción, lo que incrementa el riesgo de desbordes e inundaciones durante eventos de alta precipitación.

1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera las deficiencias del sistema de drenaje, como la obstrucción de cunetas y alcantarillas por sedimentación y el subdimensionamiento de estructuras, afectan la capacidad hidráulica y el estado del pavimento en el tramo Km 00+000 (Dv.Olmos) – Km 19+750 (zona urbana de Jaén) de la carretera Chamaya–Puente Integración?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Justificación científica

La presente investigación se enmarca dentro del enfoque de la investigación científica aplicada, ya que se fundamenta en principios teóricos de la hidrología e hidráulica, y utiliza metodologías cuantitativas para resolver un problema concreto de infraestructura vial. A

través de la aplicación del método racional y el análisis de registros históricos de precipitación, se realiza una estimación objetiva de los caudales generados en el tramo evaluado. Estos resultados son contrastados con la capacidad hidráulica de las estructuras de drenaje existentes, tanto longitudinales como transversales, lo que permite verificar su funcionamiento ante eventos hidrológicos de diversa magnitud. Asimismo, se complementa el análisis técnico con observaciones directas en campo, como la identificación de procesos de colmatación y deterioro, lo que fortalece la validez del diagnóstico y las soluciones propuestas. De esta manera, el estudio no solo se sustenta en lo científico, sino que también contribuye a la mejora de la infraestructura vial.

1.2.2. Justificación Técnica - Práctica

Desde un enfoque técnico, la investigación permitirá validar si las cunetas y alcantarillas del tramo Chamaya – Puente Integración poseen la capacidad hidráulica adecuada para evacuar eficientemente el agua pluvial, considerando sus dimensiones actuales y condiciones reales de operación. Esta verificación es fundamental para identificar tramos vulnerables a desbordes, erosión o deterioro de la plataforma vial, y sustentar la necesidad de medidas correctivas como el redimensionamiento de estructuras o la incorporación de obras complementarias de drenaje.

Desde el enfoque práctico, el desarrollo de esta investigación implica la aplicación integral de los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional de ingeniería, particularmente en los cursos de Hidrología, Hidráulica, Drenaje de Carreteras y Mecánica de Fluidos. El uso de herramientas técnicas y metodológicas propias de estas asignaturas permitirá realizar un análisis riguroso de las condiciones hidráulicas del tramo, y proponer soluciones viables que optimicen el sistema de drenaje.

1.2.3. Justificación Institucional y Personal

Desde el plano institucional, esta investigación aportará información técnica relevante que podrá ser consultada por otros profesionales, estudiantes o investigadores interesados en el análisis de drenaje vial en zonas con condiciones similares. Al integrarse al repositorio académico, el estudio servirá como base para futuras investigaciones, trabajos técnicos o proyectos de mejora, facilitando el acceso a datos hidrológicos, hidráulicos y diagnósticos del tramo evaluado, y promoviendo el desarrollo de soluciones técnicas contextualizadas.

En el plano personal, este trabajo representa una oportunidad para aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Hidráulica, especialmente en cursos como Hidrología, Hidráulica, Drenaje de Carreteras y Mecánica de Fluidos. Asimismo, permite fortalecer y ampliar mis capacidades técnicas, mejorar el criterio profesional frente a situaciones reales del entorno vial, y contribuir con soluciones responsables y fundamentadas que aborden problemáticas concretas del país.

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se centrará en la estimación del caudal de diseño de cada componente del sistema de drenaje, así como en la verificación y evaluación de la capacidad hidráulica de las obras hidráulicas longitudinales y transversales existentes en el tramo comprendido entre el Km 00+000 (Dv. Olmos) y el Km 19+750 (zona urbana de Jaén), de la carretera Chamaya – Puente Integración. Se evaluarán estructuras como alcantarillas, cunetas y badenes, con el objetivo de determinar su capacidad hidráulica actual frente a eventos de lluvia intensa característicos de la región.

En cuanto a la delimitación temporal, el estudio hidrológico se basa en el análisis de registros pluviométricos históricos disponibles hasta el año 2023. El trabajo de campo para la inspección visual y recopilación de información de las estructuras de drenaje se realizó entre los meses de mayo y julio de 2023. Por lo tanto, los resultados obtenidos están enmarcados dentro de dicho periodo de recolección y análisis. Cualquier cambio en el comportamiento climático posterior deberá ser considerado en futuras evaluaciones.

1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis hidrológico realizado en la presente investigación se basa en registros de precipitaciones históricas disponibles desde el año 1999 hasta el año 2023. Por tanto, las conclusiones y propuestas de rediseño formuladas tienen validez dentro de ese marco temporal. En caso de presentarse cambios significativos en las condiciones climáticas en los años posteriores, será necesario realizar una reevaluación para actualizar los parámetros de diseño y asegurar la vigencia técnica de las soluciones planteadas.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

Evaluar el funcionamiento del sistema de drenaje de la carretera Chamaya – Puente Integración, en el tramo comprendido entre el Km 00+000 (Dv. Olmos) y el Km 19+750 (Jaén), mediante el análisis hidráulico de las estructuras longitudinales y transversales, con énfasis en la verificación de problemas de sedimentación en cunetas y el subdimensionamiento de las obras de drenaje existentes en el año 2023.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Caracterizar la carretera Chamaya-Puente Integración.
- b) Caracterizar el sistema de drenaje del tramo Km 00+000 (Dv. Olmos)-Km 19+750 (Jaén), en la situación actual.
- c) Estimar el caudal y período de retorno para cada obra de drenaje del tramo Km 00+000 (Dv. Olmos)-Km 19+750 (Jaén), año 2023.
- d) Estimar la capacidad hidráulica actual de cada componente existente del drenaje longitudinal (zanjas y cunetas) y transversal (alcantarillas) del tramo en estudio.
- e) Identificar las áreas afectadas por deficiencia del drenaje del tramo en estudio que ocurrió en el año 2023.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación:

2.1.1. Internacionales

En el artículo se presenta una revisión comparativa de distintos enfoques utilizados en el diseño de sistemas de drenaje vial a nivel internacional, tanto longitudinales (cunetas, canales) como transversales (alcantarillas), haciendo énfasis en la necesidad de un dimensionamiento hidráulico adecuado de las estructuras. El análisis destaca cómo factores como la topografía local, el tipo de suelo y, especialmente, las condiciones climáticas influyen directamente en la eficiencia del drenaje. Asimismo, se subraya la importancia de mantener actualizados los criterios de diseño en función del aumento de eventos extremos producto del cambio climático. El estudio concluye que un diseño hidráulico robusto es clave para prolongar la vida útil de la infraestructura vial y evitar daños severos en las plataformas. (Manojkumar, S. & Mature, D. 2023).

2.1.2. Nacionales

En el manual de hidrología, hidráulica y drenaje se indica que el drenaje longitudinal y transversal en carreteras es crucial para garantizar la funcionalidad y durabilidad de la vía. El drenaje longitudinal, a través de cunetas y zanjas, canaliza las aguas pluviales a lo largo de la carretera, mientras que el drenaje transversal, mediante alcantarillas, evacúa el agua hacia áreas externas, evitando la acumulación en el pavimento y previniendo daños estructurales. Ambos sistemas deben ser correctamente dimensionados según las condiciones climáticas y topográficas para asegurar la seguridad y prolongar la vida útil de la infraestructura. (Manual de hidrología, 2022).

En la tesis de grado “Mejoramiento del sistema de drenaje de la carretera Ramal Pacucha – Distrito de Andahuaylas – Apurímac”, se concluye que el análisis hidrológico e hidráulico es fundamental para garantizar la correcta evacuación de aguas pluviales en carreteras. Un sistema de drenaje eficiente previene la acumulación de agua, mejora la seguridad vial y prolonga la vida útil de la infraestructura. (Minchola, R & Miler, J. 2021).

En la tesis de grado “Diseño hidráulico de drenaje en la carretera San Marcos tramo I (km:58+770 a 75+450) Cajabamba -Cajamarca - 2016”, se concluye que el diseño hidráulico de las obras de drenaje (Longitudinal y Transversal) en carreteras se realiza como aspecto importantes la determinación de tirante normal, Tirante Critico, Perfil Hidráulico y perdida de

carga hidráulica, hasta la elaboración de un SEUDOCODIGO en MATLAB para diferentes secciones de alcantarillas (Circular, Elipse Horizontal, Elipse Vertical, Abovedado, Arco, Arco Perfil Alto y Arco perfil Bajo) y secciones de Cunetas (Rectangular, Triangular con talud de Corte, Trapezoidal y Circular) y el modelamiento hidráulico en las diferentes estructuras hidráulicas de drenaje en cauces definidos mayores e iguales a 6m de longitud transversal de la carretera mediante el programa HEC-RAS 4.1.0. (CONDORI, J. 2016).

2.1.3. Locales

En el informe de Visita de Control al Proyecto PGV del Corredor vial se evidenció deficiencias en la ejecución de actividades de mantenimiento vial por niveles de servicio, resaltando problemas en cunetas obstruidas, presencia de sedimentos, falta de limpieza en estructuras de drenaje y deterioro del sistema hidráulico vial.

Este documento reafirma la necesidad de realizar un análisis técnico detallado del estado actual de las estructuras de drenaje, con la finalidad de garantizar su correcto funcionamiento frente a eventos de precipitación y conservar la transitabilidad segura del corredor. (Órgano de Control Institucional – Provías Nacional, 2023).

2.2. Bases teóricas:

2.2.1. Hidrología

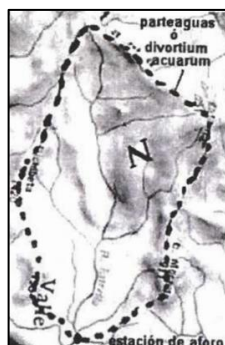
2.2.1.1. Cuenca hidrológica

La cuenca de drenaje de un curso de agua corresponde al área terrestre en la que convergen todas las precipitaciones, escurriendo hacia un único cauce. Cada tramo de dicho cauce posee una cuenca claramente delimitada asociada a ese punto de su trayecto. (Villón, M. 2002).

2.2.1.2. Delimitación de una cuenca

La delimitación de una cuenca se hace sobre un plano o mapa a curvas de nivel siguiendo las líneas de divortium aquarium (parteaguas), la cual es una línea imaginaria, que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, que en numéricamente la elevación media de la cuenca se obtiene con la siguiente ecuación: (Villón, M. 2002).

Figura 1. Delimitación de cuenca hidrológica.



Fuente: Villón, M. (2002), *Hidrología* (p.22).

$$E_m = \frac{\sum a * e}{A} \quad \dots\dots(\text{Ec. 1})$$

Dónde:

Em : Elevación media

a : Área entre dos contornos

e : Elevación media entre dos contornos

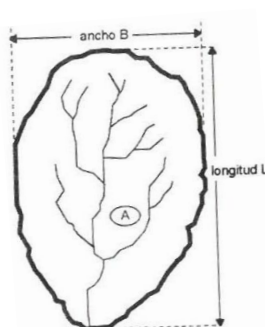
A : Área total de la cuenca

2.2.1.3. Índices representativos

Factor de forma (F)

Esta característica es importante pues se relaciona con el tiempo de concentración, o sea el tiempo que demora en llegar el agua desde el lugar más remoto al punto de desagüe. (Villón, M. 2002).

Figura 2. Factor de forma de una cuenca



Fuente: Villón, M. (2002), *Hidrología* (p.40).

Expresa la relación, entre el ancho promedio de la cuenca y longitud, es decir:

$$F = \frac{\text{ancho}}{\text{longitud}} = \frac{B}{L} \quad \dots\dots(\text{Ec. 2})$$

Coefficiente de compacidad

Índice de Gravelius (kc), el índice de compacidad de una cuenca, definida por Gravelius, expresa la relación entre el perímetro de la cuenca, y el perímetro equivalente de una circunferencia que tiene la misma área de la cuenca (Villón, M. 2002).

$$K = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \dots\dots(\text{Ec. 3})$$

El índice de compacidad permite evaluar cómo influyen el perímetro y el área de una cuenca en la generación de escorrentía, especialmente en la forma del hidrograma. Cuando el valor de K se aproxima a 1, la cuenca presenta una forma circular. En cambio, valores de K mayores a 1 indican una cuenca alargada, lo cual disminuye la probabilidad de que toda su superficie sea afectada simultáneamente por una tormenta, modificando así la respuesta hidrológica del río (Villón, M. 2002).

2.2.1.4. Pendiente de una cuenca

La pendiente de una cuenca constituye un parámetro fundamental en su análisis, ya que influye de manera significativa y compleja en procesos como la infiltración, la escorrentía superficial, la retención de humedad en el suelo y el aporte de aguas subterráneas al flujo superficial. (Villón, M. 2002).

$$S = \frac{H}{L} \quad \dots\dots(\text{Ec. 4})$$

Donde:

S : Pendiente de la cuenca

H : Desnivel total (cota en la parte más alta - cota en la estación de aforo)

L : Lado mayor del rectángulo equivalente, en km

Este criterio, no proporciona un valor significativo de la pendiente de la cuenca, pero puede tomarse como una aproximación.

2.2.1.5. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración del flujo superficial es un parámetro clave dentro del análisis hidrológico para estimar caudales máximos. Comprender cómo responde la cuenca respecto a este tiempo permite reducir los impactos de fenómenos naturales extremos y de fuentes puntuales de contaminación en los cuerpos de agua. Entre todos los indicadores del tiempo de respuesta de una cuenca, el tiempo de concentración es el más comúnmente empleado. (McCUEN, R. et al., 2009).

Fórmula de Giandotti

El tiempo de concentración según Giandotti es ampliamente utilizado en cuencas rurales y semi-rurales, especialmente para áreas entre 10 y 200 km², aunque puede aplicarse hasta 700 km². (Kaufmann, I. et al., 2015).

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 * L}{25.3\sqrt{S} * L} \dots\dots(\text{Ec. 7})$$

Dónde:

L: es la longitud del cauce principal en Km

S: Pendiente promedio del cauce principal de la cuenca m/m

A: Superficie de la cuenca en Km².

Fórmula de Ventura y Heras

El tiempo de concentración según Ventura y Heras es utilizado cuando se cumple que: (Kaufmann, I. et al., 2015).

$$\alpha = \frac{L}{\sqrt{A}}$$

Si α está en el rango de: $0.05 \leq \alpha \leq 0.13$

$$T_c = \alpha * \frac{A^{0.5}}{S} \dots\dots(\text{Ec. 8})$$

Dónde:

S: Pendiente promedio del cauce principal de la cuenca m/m

A: Superficie de la cuenca en Km².

Fórmula de Temez

El tiempo de concentración de Temez es:

$$T_c = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76} \dots\dots(\text{Ec. 9})$$

En cuencas pequeñas y medianas, típicamente con áreas entre 0,5 y 200 km². (Kaufmann, I. et al., 2015).

2.2.2. Estimación de caudales

Cuando no existen datos de aforo, se utilizan los datos de precipitación como datos de entrada a una cuenca y que producen un caudal Q. cuando ocurre la lluvia, la cuenca se humedece de manera progresiva, infiltrándose una parte en el subsuelo y luego de un tiempo, el flujo se convierte en flujo superficial.

2.2.2.1. Método Racional

El método puede ser utilizado en cuencas de drenaje pequeñas, aproximadamente si no exceden a 1300 has o 13 Km².

En el método racional, se supone que la escorrentía máxima que es ocasionada por la lluvia, es producida cuando su duración es igual al tiempo de concentración. Si la duración de la lluvia llega a ser menor que el tiempo de concentración, la intensidad de la lluvia es mayor, pero en el momento en el que acaba la lluvia, el agua caída en los puntos más alejados aún no ha llegado a la salida; sólo contribuye una parte de la cuenca a la escorrentía, por lo que el caudal será menor (Villón, 2004).

El caudal máximo se calcula por medio del método racional. (Villón, M. 2002):

$$Q = 0.278 * C * I * A \dots\dots(\text{Ec. 10})$$

Donde:

Q : Descarga máxima de diseño (m³ /s)

C : Coeficiente de escorrentía.

I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A : Área de la cuenca (Km²).

Coeficiente de escorrentía

Escoorrentía, es decir, el agua que llega al cauce de evacuación representa una fracción de la precipitación total. A esa fracción se le denomina coeficiente de escoorrentía, que no tiene dimensiones y se representa por la letra C.

$$C = \frac{V_{escoorrentia\ superficial\ total}}{V_{precipitaciòn\ total}}$$

El valor C depende de factores topográficos, edafológicos, cobertura vegetal, etc.

En la Tabla 1 se presentan valores de coeficiente de escoorrentía en función de la cobertura vegetal, pendiente y textura.

Tabla 1. Valores del coeficiente de escoorrentía.

Tipo de vegetación	Pendiente (%)	Textura		
		Franco arenosa	Franco arcillolimosa franco limosa	Arcillosa
Forestal	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.25	0.35	0.50
	10 - 30	0.30	0.50	0.60
Praderas	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.15	0.35	0.55
	10 - 30	0.20	0.40	0.60
Terrenos cultivados	0 - 5	0.30	0.50	0.60
	5 - 10	0.40	0.60	0.70
	10 - 30	0.50	0.70	0.80

Fuente: Villòn, M. (2002), *Hidrología* (p.257).

Intensidad

La relación entre la intensidad de una precipitación, el tiempo que dura y su frecuencia de ocurrencia se analiza a través de las denominadas curvas IDF (intensidad–duración–frecuencia), también conocidas como curvas intensidad–duración–recurrencia. Estas representan la probabilidad de que se presenten lluvias intensas en intervalos breves, asociadas a diferentes periodos de retorno (Témez, 1978; Chow, 1994). Generalmente, las curvas IDF consisten en un conjunto de líneas que indican intensidades correspondientes a ciertos valores de recurrencia, expresados habitualmente en años (Varela, C. et al., 2004).

Una de las metodologías más comunes para construir estas curvas se basa en ecuaciones analíticas, siendo una de las más utilizadas la formulada por Sherman (1931). Esta permite establecer una relación matemática entre la intensidad, la duración del evento y su periodo de

retorno, facilitando incluso la estimación de estos valores en zonas cercanas que no cuentan con registros pluviográficos. (Varela, C. et al., 2004).

$$I = \frac{K * T^m}{(d+c)^n} \quad \text{.....(Ec. 11)}$$

Donde:

I = es la intensidad de la precipitación (en mm/hr),

T = es el período de retorno o recurrencia (en años)

d = es la duración de la tormenta (en minutos)

k, m, n y c = son constantes que se calculan mediante un análisis de correlación o regresión lineal múltiple.

Para ello la ecuación (11) es linealizada a través de la transformación logarítmica: (Varela, C. et al., 2004).

$$\log I = \log k + m \log T - n \log(d + c) \quad \text{.....(Ec. 12)}$$

La cual puede re-expresarse como:

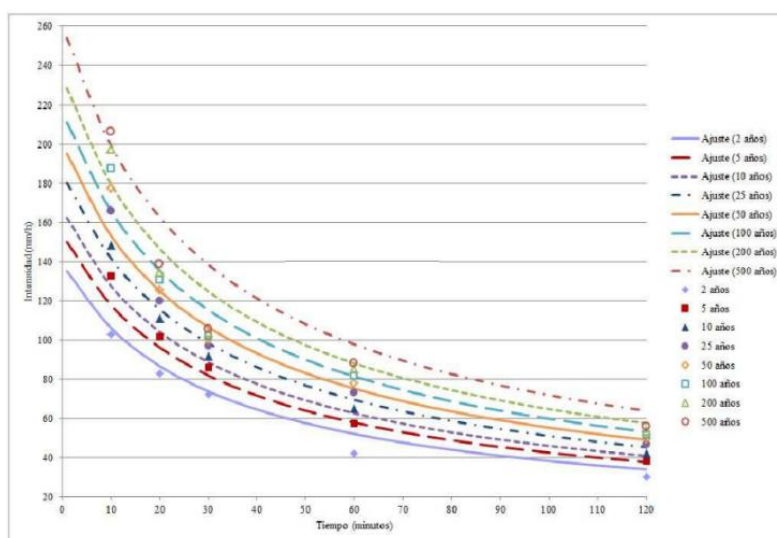
$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$$

Donde: $y = \log I$, $a_0 = \log k$, $a_1 = m$, $x_1 = \log T$, $a_2 = -n$ y $x_2 = \log(d+c)$.

En esta última ecuación a_0 representa la ordenada al origen, a_1 es el espaciamiento entre curvas y a_2 corresponde a la pendiente.

Los datos de intensidad, duración y frecuencia obtenidos de la función de distribución de probabilidad con menores errores si se dibujan en un papel bilogarítmico generalmente se agrupan en torno a líneas rectas. (Ramiro, M. et al., 2016).

Figura 3. Curvas IDF para distintos periodos de retorno en la estación CIM-FICH (1986–2016)



Fuente: adaptado de Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) de la Estación Meteorológica del CIM-FICH.

Periodo de retorno en una avenida

Para el caso de un caudal de diseño, el periodo de retorno se define, como el intervalo de tiempo dentro del cual un evento de magnitud Q , puede ser igualado o excedido por lo menos una vez en promedio (Villón, M. 2002).

Si un evento o mayor a Q , ocurre una vez un T años, su probabilidad de ocurrencia P , es igual a 1 en T casos, es decir (Villón, M. 2002):

$$P = \frac{1}{T} \quad \text{ò} \quad T = 1/P \quad \text{.....(Ec. 13)}$$

Donde:

P = Probabilidad de ocurrencia de un caudal $\geq Q$

T = periodo de retorno

La definición anterior permite el siguiente desglose de relaciones de probabilidades:

- La probabilidad de que Q ocurra en cualquier año (Villón, 2004):

$$P = 1/T$$

- La probabilidad de que Q no ocurra en cualquier año, es decir, la probabilidad de ocurrencia de un caudal $< Q$ (Villón, M. 2002).

$$\bar{P} = 1 - P$$

$$\bar{P} = 1 - 1/T \dots\dots(\text{Ec. 14})$$

- Si se supone que la no ocurrencia de un evento en un año cualquiera es independiente de la no ocurrencia de este, en los años anteriores y posteriores, entonces de que el evento no ocurra en n años sucesivos es (Villón, M. 2002):

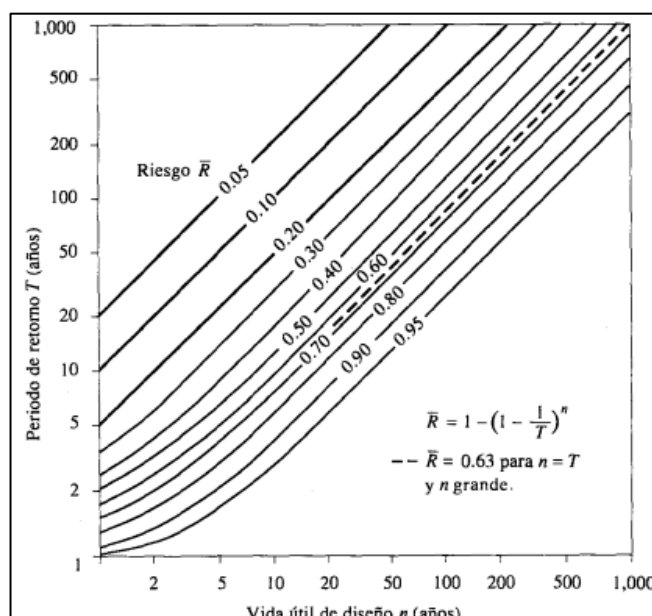
$$\bar{P} \cdot \bar{P} \dots\dots \bar{P} = \bar{P}^n = \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

La probabilidad de que el evento, ocurra al menos una vez en n años sucesivos, es conocida como riesgo o falla R, y se representa por (Villón, M. 2002):

$$\bar{R} = 1 - \left(\frac{1}{T}\right)^n \dots\dots(\text{Ec. 15})$$

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra.

Figura 4. Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil



Fuente: adaptado Hidrología Aplicada (Ven te Chow).

En la Tabla N° 02 se presenta los periodos de retorno recomendados para estructura menores, la misma que permite tener una idea de los rangos de variación, siempre y cuando no se puedan aplicar la ecuación 15.

Tabla 2. Periodo de retorno de diseño recomendado para estructuras menores.

Tipo de estructura	Periodo de Retorno (años)
Puente sobre carretera importante	50 – 100
Puente sobre carretera menos importante o alcantarillas sobre carretera importante	25
Alcantarillas sobre camino secundario	5 – 10
Drenaje lateral de los pavimentos, donde puede tolerarse encharcamiento con lluvia de corta duración	1 – 2
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	2 - 10
Drenaje Agrícola	5 – 10
Muros de encauzamiento	2 – 50 *

Fuente: Villón, M. (2002), *Hidrología* (p.244).

2.2.3. Estadística hidrológica

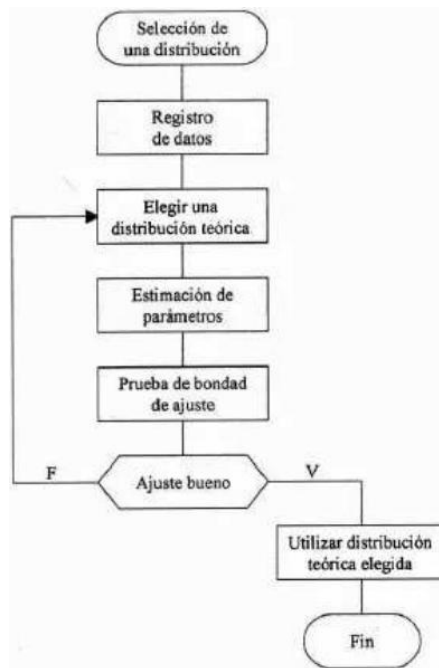
2.2.3.1. Distribuciones teóricas

El hidrólogo suele contar con registros de datos hidrometeorológicos, como precipitaciones, caudales, evapotranspiración y temperaturas. Con base en su comprensión del comportamiento físico del fenómeno, selecciona un modelo probabilístico adecuado que represente de manera apropiada la variable en estudio.

Para aplicar dicho modelo, es necesario estimar sus parámetros y llevar a cabo una prueba de bondad de ajuste, proceso que puede ilustrarse mediante un esquema como el mostrado en la Figura 5.

Si el modelo seleccionado muestra un buen ajuste, puede emplearse con confianza para describir la distribución de la variable aleatoria. Esto permitirá estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos hidrometeorológicos de determinada magnitud, así como calcular valores asociados a distintos periodos de retorno (Villón, M. 2007).

Figura 5. Proceso de selección de una distribución teórica.



Fuente: Villón, M. (2006), *Hidrología estadística* (p.196).

Las distribuciones teóricas comúnmente utilizadas en Hidrología son entre otras:

- Distribución Normal o gaussiana.
- Distribución Log-Normal 2 Parámetros
- Distribución Gamma (3 Parámetros)
- Distribución Log Pearson Tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución log-Gumbel

Distribución Normal

La distribución normal es una distribución simétrica en forma de campana, también conocida como Campana de Gauss. Aunque muchas veces no se ajusta a los datos hidrológicos tiene amplia aplicación por ejemplo a los datos transformados que siguen la distribución normal.

La función de densidad de probabilidad normal se define como (Villón, M. 2007):

$$f(x) = \frac{1}{s\sqrt{(2\pi)}} e^{\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{s}\right)^2} \quad \dots\dots(Ec. 16)$$

Donde:

$f(x)$ = función densidad normal de la variable x

X = variable independiente

μ = parámetro de localización, igual a la media aritmética de x .

S = parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x .

Distribución Log normal 2 parámetros

La variable aleatoria X , es positiva y el límite inferior X_0 no aparece.

Se dice que una variable aleatoria X , tiene una distribución log normal de 2 parámetros, si su función de densidad de probabilidad es:

La función de distribución de probabilidad es (Villón, M. 2007):

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-\bar{X})^2}{2S^2}\right)} dx \quad \dots\dots(\text{Ec. 17})$$

Donde $\bar{X}$ y S son los parámetros de la distribución. Si la variable x de la función de distribución se reemplaza por una función $y=f(x)$, tal que $y=\log(x)$, la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log-normal, $N(Y,S_y)$. Los valores originales de la variable aleatoria x , deben ser transformados a $y=\log x$, de tal manera que (Villón, M. 2007):

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \frac{\log x_i}{n} \quad \dots\dots\dots(\text{Ec. 18})$$

Donde $\bar{Y}$ es la medida de los datos de la muestra transformada (Villón, M. 2007),

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad \dots\dots(\text{Ec. 19})$$

Donde S_y es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Asimismo; se tiene las siguientes relaciones (Villón, M. 2007):

$$C_s = \frac{a}{S^3} y$$
$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3 \quad \dots\dots(\text{Ec. 20})$$

Donde C_s es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada.

Distribución Gamma De 3 parámetros

La función densidad es (Villón, M. 2007):

$$f(x) = \frac{(x-x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{x-x_0}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)} \dots\dots(\text{Ec. 21})$$

Valido para:

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

Donde:

x_0 : origen de la variable x , parámetro de posición.

γ : parámetro de forma

β : Parámetro de escala

Distribución log Pearson de 3 parámetros

Se dice que una variable aleatoria X , tiene una distribución log Pearson tipo III, si su función de densidad de probabilidad es (Villón, M. 2007):

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} * e^{-\frac{\ln x - x_0}{\beta}}}{x \beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)} \dots\dots(\text{Ec. 22})$$

Para:

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

Donde:

x_0 : parámetro de posición.

γ : parámetro de forma

β : Parámetro de escala

Distribución Gumbel

La distribución de Valores Tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión (Villón, M. 2007):

$$f(x) = e^{-e^{\alpha(x-\beta)}} \dots\dots(\text{Ec. 22})$$

Utilizando el método de momentos, se obtienen las siguientes relaciones:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma \quad \text{.....(Ec. 23)}$$

Donde:

α : Parámetro de concentración.

B : Parámetro de localización.

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

$$x = \bar{x} - k\sigma_x \quad \text{.....(Ec. 24)}$$

Donde:

x: Valor con una probabilidad dada.

X: Media de la serie.

K: Factor de frecuencia.

2.2.3.2. Prueba de bondad de ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste tienen como propósito verificar, tanto de forma gráfica como estadística, si la distribución empírica de una serie de datos se corresponde con una función de probabilidad teórica previamente seleccionada, cuyos parámetros han sido estimados a partir de la muestra disponible (Villón, M. 2007).

Estas pruebas estadísticas buscan evaluar el grado de confianza que se puede tener al asumir una determinada hipótesis sobre la distribución de una población, es decir, determinar si es razonable considerar que una variable aleatoria sigue una función de probabilidad específica (Villón, M. 2007).

Las pruebas de bondad de ajuste estadístico más utilizadas son:

a) Prueba X^2

La prueba de Chi-cuadrado se fundamenta en comparar las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas dentro de ciertos intervalos definidos. Es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar qué tan bien se ajusta una distribución teórica a los datos empíricos. Esta prueba fue desarrollada por Karl Pearson en el año 1900 (Villón, M. 2007).

La expresión general de la prueba de Chi-cuadrado está dada por (Villón, M. 2007).

$$x_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(\theta_i - e_i)^2}{e_i} \dots\dots(\text{Ec. 25})$$

Donde:

$$\sum_{i=1}^k \theta_i = \sum_{i=1}^k e_i = N \dots\dots(\text{Ec. 26})$$

x_c^2 = valor calculado de Chi – cuadrado, a partir de los datos.

θ_i = número de valores observados en el intervalo de clase i.

e_i = número de valores esperados en el intervalo de clase i.

k = número de intervalos de clase.

Asignando probabilidades a la ecuación 26, es decir, asignando igual probabilidad de ocurrencia a cada intervalo de clase, se tiene (Villón, M. 2007).

$$x_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - NP_i)^2}{NP_i} \dots\dots(\text{Ec. 27})$$

Donde:

N_i = número de observaciones que caen dentro de los límites de clases ajustadas del intervalo i.

N = tamaño muestral.

P_i = probabilidad igual para todos los intervalos de clases.

$$P_i = 1/k \quad \text{ò} \quad e_i = P_i N$$

Simplificando la ecuación 27, se obtiene la fórmula computacional desarrollada por Markovic (1965) (Villón, M. 2007):

$$x_c^2 = \frac{K}{N} \sum_{i=1}^K N_i^2 - N \dots\dots(\text{Ec. 28})$$

Criterio de decisión:

El criterio de decisión se fundamenta en la comparación del valor calculado de chi-cuadrado con el valor tabular encontrado, esto es (Villón, M. 2007):

- Si el Chi-cuadrado calculado es menor o igual que el valor tabular, es decir:

$$X_c^2 \leq X_t^2$$

Entonces, se acepta la hipótesis que el ajuste es bueno al nivel de significación seleccionado.

- Si el Chi-cuadrado calculado es mayor que el valor tabular, es decir:

$$X_c^2 > X_t^2$$

Entonces, el ajuste es malo y se rechaza la hipótesis, siendo necesario probar con otra distribución teórica.

Ventajas y limitaciones:

- Es aplicable sólo para ajustes a la distribución normal, puesto que ha sido desarrollado con base en los datos normales e independientes.
- Se realiza en la función densidad de datos agrupados en intervalos de clases.
- Requiere un conocimiento a priori, de la función de distribución teórica utilizada en el ajuste.
- En la práctica se usa para cualquier modelo de ajuste, pero estrictamente es válido sólo para la normal. (Villón, M. 2007).

b) Prueba Kolmogorov – Smirnov

La prueba de ajuste de Smirnov-Kolmogorov, consiste en comparar las diferencias existentes, entre la probabilidad empírica de los datos de la muestra y la probabilidad teórica, tomando el valor máximo del valor absoluto, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta teórica del modelo, es decir (Villón, M. 2007):

$$\Delta = \max [F(x) - P(x)] \dots\dots(\text{Ec. 29})$$

Donde:

Δ = estadístico de Smirnov-Kolmogorov, cuyo valor es igual a la diferencia máxima existente entre la probabilidad ajustada y la probabilidad empírica.

$F(x)$ = probabilidad de la distribución teórica.

$P(x)$ = probabilidad experimental o empírica de los datos, denominada también frecuencia acumulada.

El estadístico Δ tiene su función de distribución de probabilidades.

Si Δ es un valor crítico para un nivel de significancia α , se tiene que (Villón, M. 2007):

$$P[\max |F(x) - P(x)| \geq \Delta o] = \alpha \dots\dots(\text{Ec. 30})$$

$$P(\Delta \geq \Delta o) = \alpha \dots\dots(\text{Ec. 31})$$

El procedimiento para efectuar el ajuste, mediante el estadístico de Smirnov-Kolmogorov, es el siguiente (Villón, M. 2007):

1. Calcular la probabilidad empírica o experimental $P(x)$ de los datos, para esto usar la fórmula de Weibull:

$$P(x) = \frac{M}{N+1} \dots\dots(\text{Ec. 32})$$

Donde:

$P(x)$ = probabilidad empírica o experimental.

M = número de orden

N = número de datos

2. Calcular la probabilidad teórica $F(x)$:

- Para el caso de utilizar el procedimiento de los modelos teóricos, usar la ecuación de la función acumulada $F(x)$, o tablas elaboradas para tal fin.
- Si se quiere aplicar el procedimiento gráfico, se utiliza un papel probabilístico especial donde $F(x)$, puede representarse como una línea recta, por lo cual, se puede trazar con 2 puntos, pero si se quiere chequear que es una recta, se pueden plotear 3 puntos, por ejemplo, para el caso de una distribución normal, los puntos:

Valor	Probabilidad %
X	50
$X + S$	80.13
$X - S$	15.87

Representados en un papel de probabilidad normal, forman una recta.

3. Calcular las diferencias $P(x) - F(x)$, para todos los valores de x .
4. Seleccionar la máxima diferencia:

$$\Delta = \max |F(x) - P(x)| \dots\dots(\text{Ec. 33})$$

5. Calcular el valor crítico del estadístico Δ , es decir Δo , para un $\alpha = 0.05$ y N igual al número de datos. Los valores de Δo , se muestran en la Tabla 4.

6. Comparar el valor del estadístico Δ , con el valor crítico Δ_o de la tabla 4, con los siguientes criterios de decisión deducidos de la $P(\Delta \geq \Delta_o) = \alpha$

Si $\Delta < \Delta_o \Rightarrow$ El ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado.

Si $\Delta \geq \Delta_o \Rightarrow$ El ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado, siendo necesario probar con otra distribución.

Ventajas y limitaciones:

- No requiere un conocimiento a priori de la función de distribución teórica.
- Es aplicable a distribuciones de datos no agrupados, es decir, no se requiere hacer intervalos de clase.
- Es aplicable a cualquier distribución teórica.
- Se aplica en la función de distribución acumulada y no en la función de densidad.
- Comparándola con la prueba Chi-cuadrado, no se requiere que la frecuencia absoluta de cada clase sea igual o mayor que 5.
- No es una prueba exacta, sino una prueba aproximada. (Villón, M. 2007)

Tabla 3. Valores críticos d para la prueba Kolmogorov – Smirnov

Tamaño muestral N	Nivel de significación α				
	0.20	0.15	0.10	0.05	0.01
1	0.900	0.925	0.950	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.828
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.733
5	0.446	0.474	0.510	0.565	0.669
6	0.410	0.436	0.470	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.360	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.410	0.490
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.450
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.392
17	0.250	0.266	0.286	0.318	0.381
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.371
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.363
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.356
25	0.21	0.22	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.20	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.19	0.21	0.23	0.27
N > 35	1.07 $\sqrt{N}$	1.14 $\sqrt{N}$	1.22 $\sqrt{N}$	1.36 $\sqrt{N}$	1.63 $\sqrt{N}$

Fuente: Chow (2006), *Hidrología aplicada* (p.185).

2.2.4. Hidráulica de Drenaje de carreteras

2.2.4.1. Tipos de Flujo

Las estructuras hidráulicas de drenaje vial funcionan a superficie libre o canal abierto, sujeto a la presión atmosférica. Dependiendo de la variación de la profundidad y de la velocidad del flujo, a lo largo del canal y en el tiempo ocurren diferentes tipos de flujo, clasificados como uniformes, no uniformes o variados, permanentes y no permanentes o combinaciones de los anteriores, lo cual resulta conveniente para aplicaciones prácticas.

a) Flujo crítico

La energía específica en la sección de un canal se define como la energía por kilogramo de agua que fluye a través de la sección, medida con respecto al fondo del canal.

De lo anterior, la ecuación de Bernoulli, para una sección del canal es (Villón, M. 2007):

$$E = y + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad \text{.....(Ec. 34)}$$

Siendo:

y: Profundidad del agua, en metros (m).

α : Coeficiente de Coriolis.

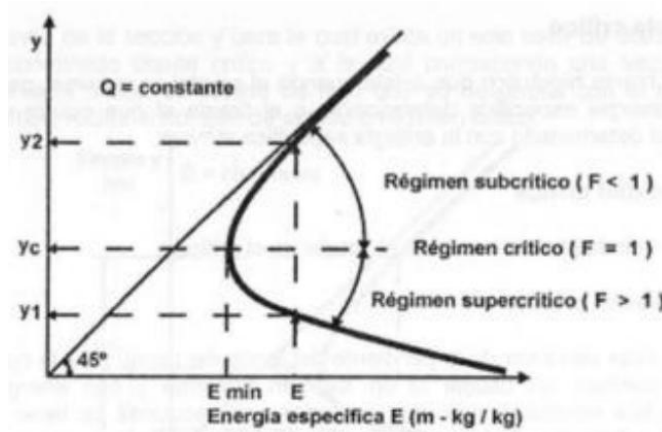
V: Velocidad media del flujo, en metros por segundo (m/s).

g: Aceleración de la gravedad, en metros por segundo cuadrado (m/s²).

Se dice que un canal, o alguna sección de él, está trabajando bajo un régimen crítico, cuando:

- 1) Posee la energía específica mínima para un caudal dado, ó
- 2) Posee el caudal máximo para una energía específica dada, ó
- 3) Posee la fuerza específica mínima para un caudal dado.

Figura 6. Tipos de flujo.



Fuente: Villón (2007), *Hidráulica de canales* (p.152).

En la Figura 6, la zona superior de la curva de energía específica corresponde al flujo subcrítico ($y_2 > y_c$) y la inferior al flujo supercrítico ($y_1 < y_c$) (Villón, M. 2007):

El número de Froude

$$F = \frac{v}{\sqrt{gD/\alpha}} = 1 \quad \dots\dots(\text{Ec. 35})$$

definido anteriormente, es una especie de indicador universal en la caracterización del flujo de superficie libre. La condición de flujo supercrítico se produce cuando $F > 1$, el flujo subcrítico para $F < 1$ y crítico para $F = 1$. En flujo subcrítico una perturbación puede moverse hacia aguas arriba, esto significa en términos prácticos, que mecanismos o condiciones de control tales como una compuerta o una caída influyen sobre las condiciones de flujo aguas arriba del control; por ello se afirma que el flujo subcrítico está controlado por las condiciones aguas abajo. Por otra parte, en flujo supercrítico una perturbación solo puede viajar hacia aguas abajo; estableciendo los posibles controles únicamente del lado de aguas arriba (Villón, M. 2007).

De lo anterior se puede indicar que, toda singularidad (entiéndase como ésta, un cambio de pendiente, cambio de forma de la sección, cambio de rugosidad) en un régimen subcrítico, crea efectos hacia de aguas arriba, mientras que en un régimen supercrítico, crea efectos hacia aguas abajo.

Resumiendo lo que se ha visto hasta aquí respecto al flujo crítico, las maneras que podrán usarse para establecer el tipo de flujo en un canal son:

a) Por medio de los tirantes:

si $y < Y_c$, el flujo es supercrítico o rápido

si $y = Y_c$, el flujo es crítico

si $y > Y_c$, el flujo es subcrítico o lento

b) Por medio de la pendiente de fondo (S_f)

si $S_f < S_c$, el flujo es subcrítico o lento

si $S_f = S_c$, el flujo es crítico

si $S_f > S_c$, el flujo es supercrítico o rápido

c) Por medio del número de Froude

si $F < 1$, el flujo es subcrítico o lento

si $F = 1$, el flujo es crítico

si $F > 1$, el flujo es supercrítico o rápido

d) Por medio de las velocidades medias

si $v < V_c$, el flujo es subcrítico o lento

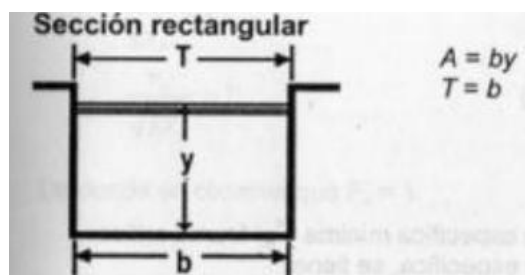
si $v = V_c$, el flujo es crítico

si $v > V_c$, el flujo es supercrítico o rápido

Relaciones entre los parámetros para un régimen crítico

En una sección rectangular la ecuación permite el cálculo directo del tirante crítico es (Villón, M. 2007).

Figura 7. Sección rectangular en sección crítica.

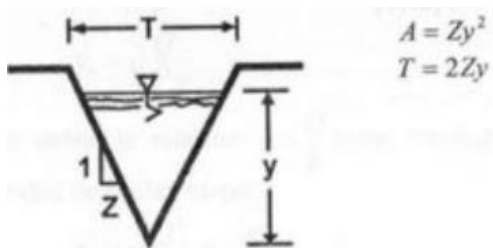


$$y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 * g}} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \dots\dots (Ec. 36)$$

Fuente: Villón (2007), *Hidráulica de canales* (p.159).

En una sección triangular la ecuación permite el cálculo directo del tirante crítico es (Villón, M. 2007):

Figura 8. Sección triangular en sección crítico.



$$A = Zy^2$$

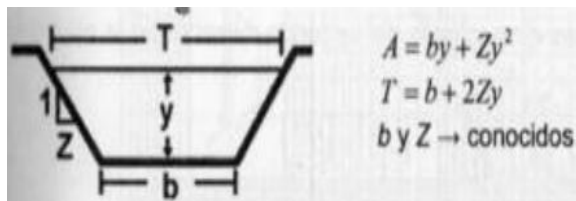
$$T = 2Zy$$

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{2Q^2}{Z^2 * g}} \dots\dots(\text{Ec. 37})$$

Fuente: Villón (2007), *Hidráulica de canales* (p.162).

En una sección trapezoidal la ecuación permite el cálculo directo del tirante crítico es (Villón, M. 2007):

Figura 9. Sección trapezoidal en sección crítico.



$$A = by + Zy^2$$

$$T = b + 2Zy$$

$$b \text{ y } Z \rightarrow \text{conocidos}$$

$$f(y_c) = \frac{(by_c + Zy_c^2)^2}{b + 2Zy_c} = \frac{Q^2}{g} = cte\dots(\text{Ec. 38})$$

Fuente: Villón (2007), *Hidráulica de canales* (p.164).

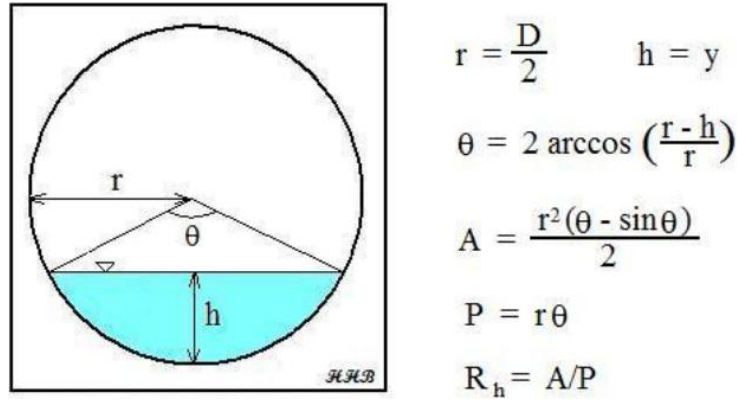
La ecuación 38 resuelta por el método de tanteos (al igual que el cálculo del tirante normal), permite obtener el tirante crítico.

Para conductos circulares de diámetro D, con flujo libre, se tienen las siguientes expresiones:

- Caso de $\frac{y}{D} < \frac{D}{2}$

$$\theta = 2 * \text{Arc. Cos}\left(\frac{0.5 * D - y}{0.5 * D}\right) \dots\dots(\text{Ec. 39})$$

Figura 10. Parámetros de flujo de una tubería de una sección circular.

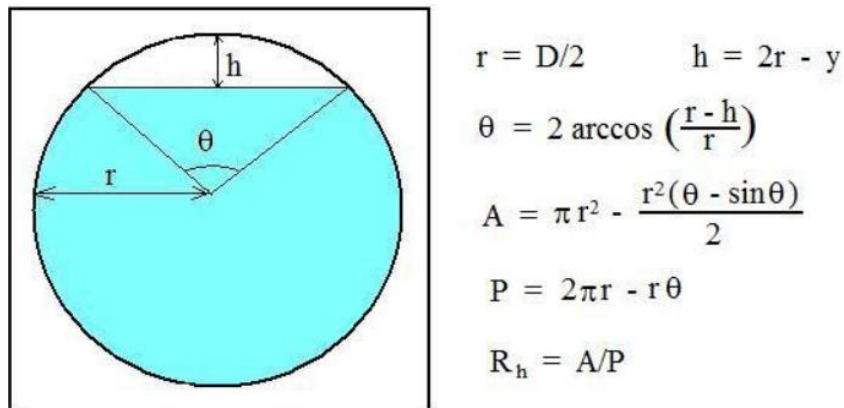


Fuente: Stewart, J. (n.d.). *Partially full pipe flow calculations*. CED Engineering.

- Caso de $y \geq \frac{D}{2}$

$$\theta = 360^\circ - 2 * \text{Arc. Cos}(y - 0.5 * D / 0.5 * D) \quad \dots\dots(\text{Ec. 40})$$

Figura 11. Parámetros de flujo de una tubería llena de una sección circular.



Fuente: Stewart, J. (n.d.). *Partially full pipe flow calculations*. CED Engineering.

Para cualquier valor de $\theta \leq 360^\circ$

$$\text{Area hidràulica} = \frac{D^2}{4} \left(\frac{\pi \theta}{360} - \frac{\text{Sen} \theta}{2} \right) \quad \dots\dots(\text{Ec. 41})$$

$$\text{Radio hidràulico} = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{180^\circ * \text{Sen} \theta}{\pi \theta} \right) \quad \dots\dots(\text{Ec. 42})$$

El tirante crítico para alcantarillas de sección circular se puede estimar de la siguiente expresión (Hoang, B. 2020):

$$y_c = \frac{1.01}{D^{0.26}} \left(\frac{Q^2}{g} \right)^{0.25} \quad \dots\dots(\text{Ec. 43})$$

Donde:

y_c = Tirante crítico para sección circular, ft

D = Diámetro, ft

Q = Caudal para flujo crítico, ft³/s

g = 32.2 ft/s²

La ecuación es válida solamente para: $0.02 \leq y_c/D \leq 0.85$

b) Flujo uniforme permanente

El flujo se considera uniforme cuando las características hidráulicas como el tirante, la velocidad y el área transversal permanecen constantes a lo largo del canal. Esto implica que la profundidad del agua, el caudal y la velocidad son iguales en todas las secciones del canal. En este tipo de flujo, la pendiente de la línea de energía, la superficie libre del agua y el fondo del canal tienen el mismo valor numérico, lo que hace que sean paralelas entre sí. (Figura 6). (Villón, M. 2007).

Llamando:

S_E = pendiente de la línea de energía.

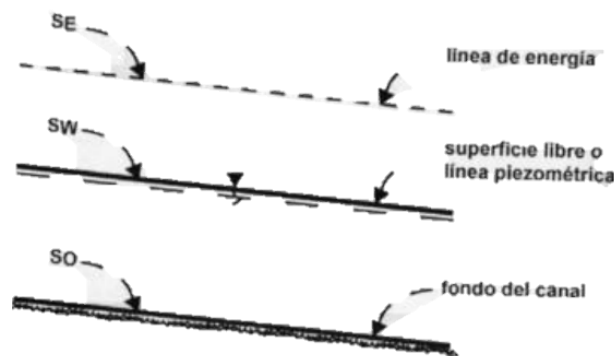
S_w = pendiente de la superficie libre de agua.

S_o = pendiente del fondo del canal.

Se tiene:

$$S_E = S_w = S_o$$

Figura 12. Pendientes: línea de energía, línea piezométrica y fondo del canal.



Fuente: Villón (2007), *Hidráulica de canales* (p.64).

Las experiencias realizadas por Chezy le permitieron establecer la primera fórmula del flujo uniforme, para el cálculo de la velocidad media en un conducto, la cual se expresa como (Villón, M. 2007).

$$V = C * \sqrt{R * S_o} \quad \dots\dots(\text{Ec.44})$$

Donde:

V: Velocidad media, en metros por segundo (m/s).

R: Radio hidráulico, en metros (m).

S_o: Pendiente longitudinal del canal, equivalente a la pendiente de la superficie del agua y a la pendiente de la línea de energía o pendiente de fricción, en metros por metro (m/m).

C: Constante de Chézy, la cual puede ser obtenida mediante la relación empírica (Villón, M. 2007)

$$C = R^{1/6} / n \quad \dots\dots(\text{Ec.45})$$

En donde “n” es el coeficiente de rugosidad de Manning, variable que ha sido objeto de una gran investigación en campo, por lo que el uso de la expresión de Manning, pese a ser limitado con respecto a la ecuación original de Chézy, es ampliamente aceptado a nivel internacional.

La ecuación de Manning, característica del flujo uniforme es entonces (Villón, M. 2007):

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S_o^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots(\text{Ec.46})$$

La cual, aplicando la ecuación de continuidad, se expresa en función del caudal como (Villón, M. 2007):

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S_o^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots(\text{Ec.47})$$

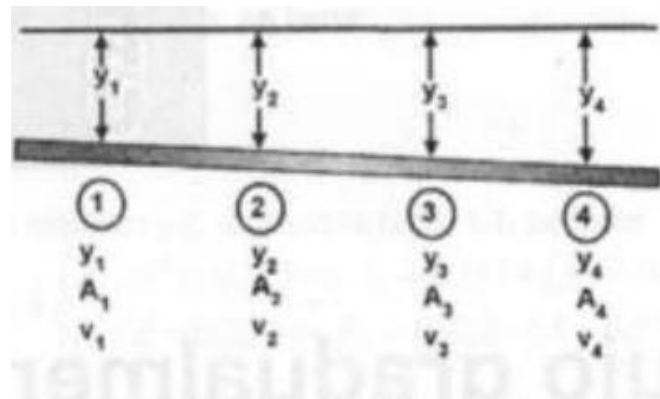
c) **Flujo gradualmente variado**

El flujo gradualmente variado es una forma particular de flujo permanente no uniforme, en el cual el tirante del agua cambia de manera progresiva a lo largo del canal, lo que también implica una variación paulatina en el área de flujo, la velocidad y otros parámetros hidráulicos.

A diferencia del flujo uniforme, donde las pendientes del fondo del canal, de la superficie libre y de la línea de energía son iguales, en el flujo gradualmente variado estas pendientes no coinciden.

Este tipo de flujo suele producirse en las zonas cercanas a obras hidráulicas como represas, compuertas o vertederos, o en lugares donde ocurren cambios significativos en la geometría del canal o aparecen obstáculos que modifican el régimen del flujo. (Villón, M. 2007)

Figura 13. Flujo gradualmente variado.



Fuente: Villón (2007), *Hidráulica de canales* (p.250).

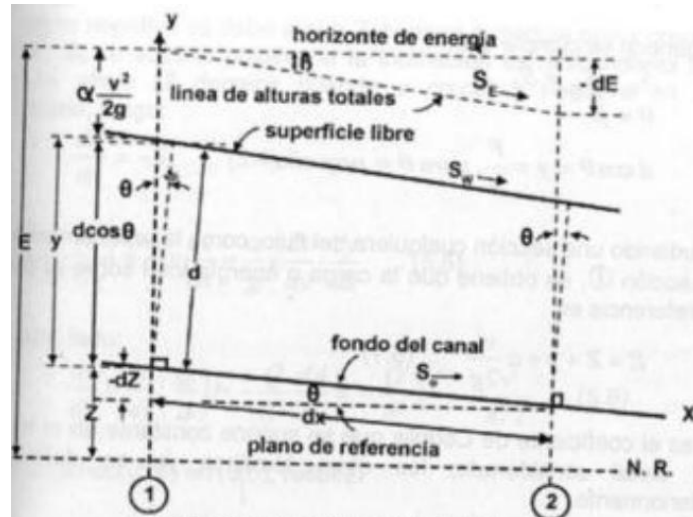
Consideraciones fundamentales

- El flujo se asume como permanente, lo que implica que sus características no cambian durante el período analizado.
- Se considera que las líneas de corriente son casi paralelas, lo que permite suponer que la distribución de presiones dentro de cada sección transversal es hidrostática.
- La pendiente del fondo del canal se mantiene constante y es relativamente baja. Esto permite asumir que el tirante medido perpendicular al fondo es representativo y que no hay aire atrapado en el flujo.
- El canal se considera prismático, es decir, que conserva una forma y alineación constante a lo largo del tramo, como puede ser una sección rectangular o trapezoidal.
- Se presume que el patrón de distribución de velocidades en las distintas secciones es uniforme, por lo que el coeficiente de Coriolis (α) no varía.
- El coeficiente de rugosidad hidráulica se mantiene constante y no depende de la profundidad del flujo.
- La pérdida de energía predominante se atribuye a la fricción del agua con las paredes del canal. Para calcular la pendiente de la línea de energía, se utilizan las mismas ecuaciones aplicadas al flujo uniforme, empleando la velocidad promedio, el radio hidráulico y el coeficiente de rugosidad de la sección considerada (Villón, M. 2007)

Ecuación dinámica del flujo gradualmente variado

Considere el perfil de un flujo gradualmente variado en una longitud diferencial dx , un canal como se muestra en la Figura 14.

Figura 14. Tramo de longitud dx .



Fuente: Villón (2007), *Hidráulica de canales* (p.251).

donde:

E = energía total para una sección cualquiera.

dE = diferencial de energía o cambio de energía en el dx .

dx = longitud diferencial del tramo del canal.

dZ = incremento en la altura o carga de posición de la sección dx

S_E = pendiente de energía o de cargas totales, constante en el dx considerado, pero variable a lo largo de la dirección x

S_w = pendiente de la superficie libre o eje hidráulico

S_o = pendiente longitudinal del fondo del canal, constante

θ = ángulo que forma el perfil longitudinal del fondo del canal con la horizontal

β = ángulo que forma el horizonte de energía con la línea de alturas totales

d = tirante perpendicular o normal a la sección y = tirante vertical

En general se cumple que:

$$S_o \neq S_w \neq S_E$$

$$\theta \neq \beta$$

$$d \cos \theta = y = \frac{P}{\gamma}, \text{ para } \theta = \text{pequeño}$$

Estudiando una sección cualquiera del flujo, como la representada en la sección 1, se obtiene que la carga o energía total sobre el plano de referencia es (Villón, M. 2007):

$$E = Z + Y + \frac{\alpha V^2}{2g} \quad \dots\dots(\text{Ec. 48})$$

Donde:

x: Distancia positiva hacia aguas abajo, en metros (m).

S_f : Pendiente de la línea de energía o de fricción, en metros por metro (m/m).

Z: Elevación del fondo del canal con respecto al datum, en metros (m).

Y: Profundidad del flujo, en metros (m).

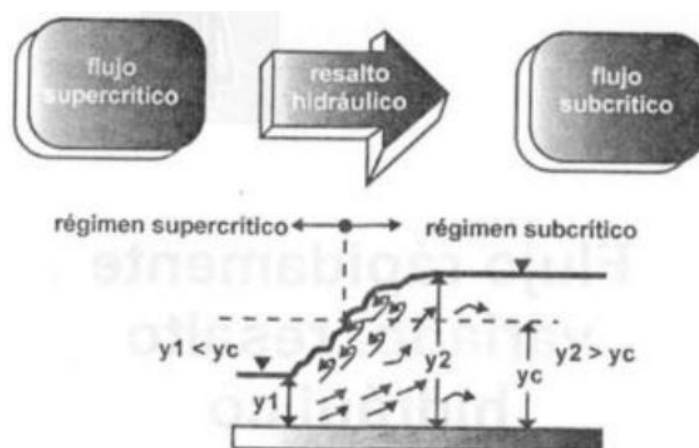
V: Velocidad media del flujo, en metros por segundo (m/s) α : Coeficiente de Coriolis.

g: Aceleración de la gravedad, en metros sobre segundo al cuadrado (m/s²).

d) Flujo rápidamente variado: resalto hidráulico

El resalto hidráulico es un fenómeno local, que se presenta en el flujo rápidamente variado, el cual va siempre acompañado por un aumento súbito del tirante y una pérdida de energía bastante considerable (disipada principalmente como calor), en un tramo relativamente corto. Ocurre en el paso brusco de régimen supercrítico (rápido) a régimen subcrítico(lento), es decir, que el resalto hidráulico el tirante, en un corto tramo, cambia de un valor inferior al crítico a otro superior a éste. La figura 15, muestra este fenómeno. (Villón, M. 2007).

Figura 15. Resalto hidráulico.



Fuente: Villón (2007), *Hidráulica de canales* (p.180).

Generalmente, el resalto se forma cuando en una corriente rápida existe algún obstáculo o un cambio brusco de pendiente. Esto sucede al pie de estructuras hidráulicas tales como

vertederos de demasías, rápidas, salidas de compuertas con descarga por el fondo, etc. (Villón, M. 2007).

2.2.4.2.Obras de arte menor

a) Alcantarilla

En una carretera, el sistema de drenaje es el conjunto de obras que permiten un manejo adecuado de los fluidos, para la cual es indispensable considerar los procesos de captación, conducción, y evacuación de estos. El exceso de agua u otros fluidos en los suelos o en la estructura de una carretera, afecta sus propiedades geomecánicas, los mecanismos de transferencia de carga, presiones de poros, subpresiones de flujos, presiones hidrostáticas, e incrementa la susceptibilidad a los cambios volumétricos.

Elección del tipo de alcantarilla

• Tipo y sección

En proyectos viales, se utilizan varios tipos de alcantarillas, como marcos de concreto, tuberías metálicas corrugadas, tuberías de concreto y tuberías de polietileno de alta densidad. Las secciones comunes son circulares, rectangulares y cuadradas, aunque en casos especiales se pueden usar secciones parabólicas o abovedadas. Las alcantarillas de marco de concreto, con secciones rectangulares o cuadradas, son útiles en suelos de mala calidad y pueden colocarse a diferentes niveles.

Se recomienda utilizar, en zonas de selva alta (también conocida como "yunga", es una región geográfica que se encuentra entre los **500 y 3,500 msnm**), diámetro mínimo alcantarillas TMC Φ 48" con las características físicas y geomorfológicas indicadas como:

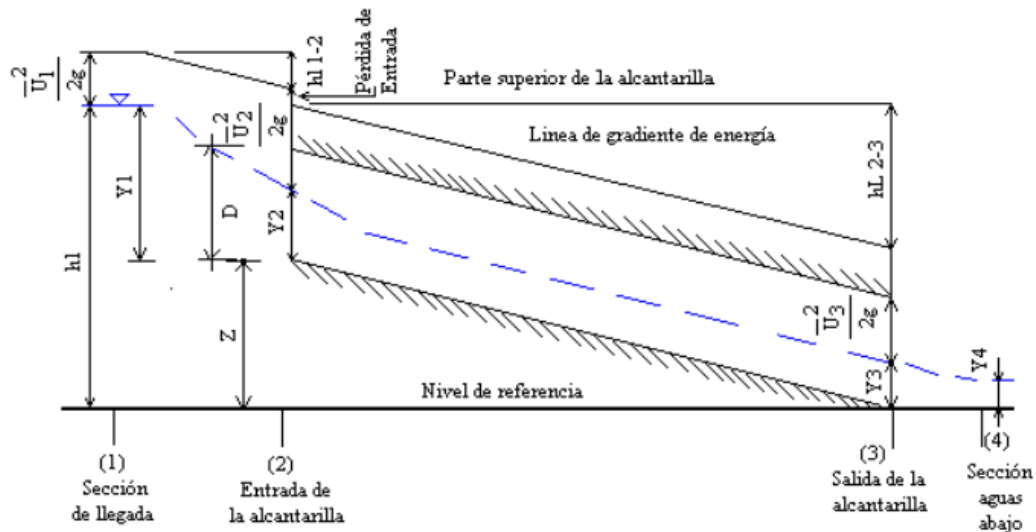
- a) Cauces encajonados, en V, inactivos o con flujo permanente de agua.
- b) Pendientes entre 5% y 60%, es decir de medianas a fuertes.
- c) Tipo de suelo: taludes y lecho de material granular, aluviales, coluviales, con matriz fina de arena y limos, gravas y gravillas; es decir vulnerables a erosión pluvial.
- d) Tipo de vegetación, arbustiva, en taludes. (Manual de hidrología, 2022)

• Tipo de flujo en alcantarillas y capacidad hidráulica

Dentro del conducto de la alcantarilla, se producen pérdidas adicionales debidas a la fricción con las paredes. Aunque estas pérdidas por fricción suelen ser pequeñas, pueden adquirir relevancia en estructuras largas, con superficies rugosas o ubicadas en pendientes suaves.

Para calcular el caudal que atraviesa una alcantarilla, se aplican las ecuaciones de continuidad y energía entre la sección de entrada y una sección ubicada aguas abajo, generalmente dentro del mismo conducto. La posición exacta de esta sección de salida dependerá del régimen de flujo que se presente en la estructura. (French, R. 1988).

Figura 16. Definición esquemática de variables hidráulicas de una alcantarilla



Fuente: adaptado de French R. (1988), *Hidráulica de canales abiertos* (p.372).

Por conveniencia de cálculo, el gasto a través de alcantarillas se divide en seis categorías, con base en las alturas relativas de la carga y de los niveles aguas abajo. Los seis tipos de flujos y sus respectivas características se resumen en la Tabla 4. En esta tabla: (French, R. 1988).

D = dimensión vertical máxima de la alcantarilla

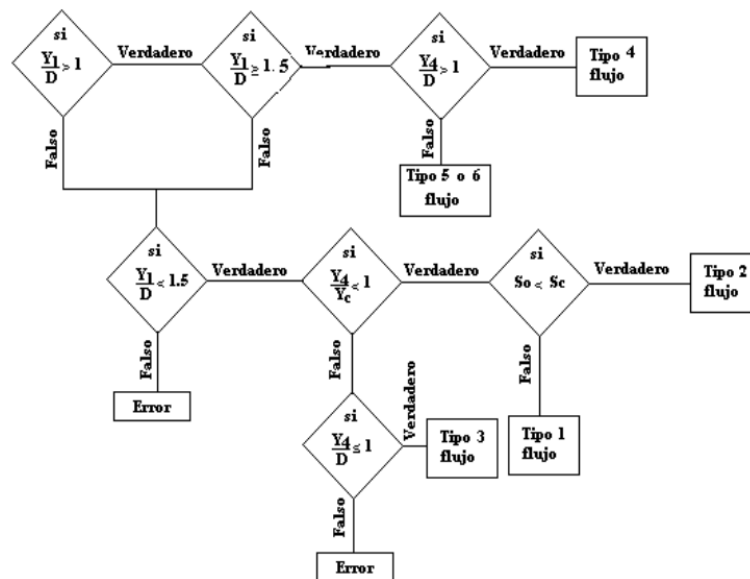
y_1 = tirante en la sección de llegada

y_c = tirante crítico

z = elevación de la entrada de la alcantarilla relativa a la salida

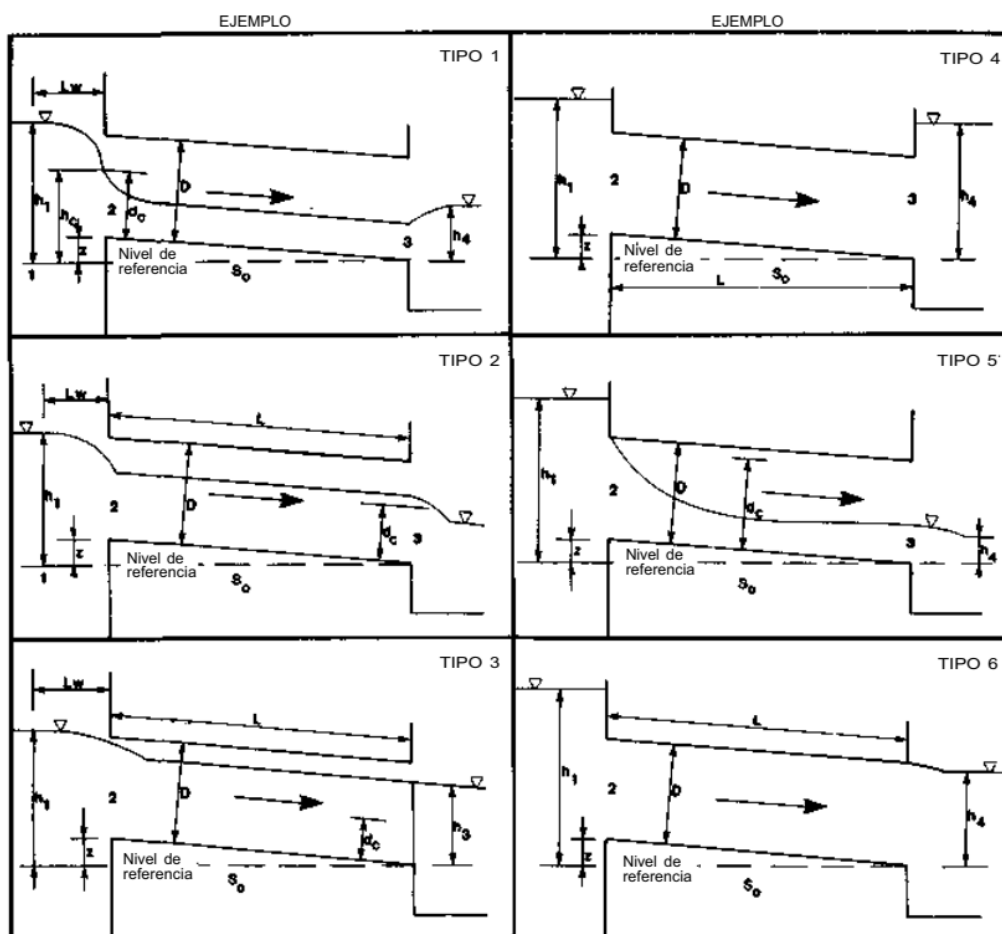
y_4 = tirante aguas abajo de la alcantarilla.

Figura 17. Diagrama de flujo para determinar el tipo de flujo de alcantarillas



Fuente: French R. (1988), *Hidráulica de canales abiertos* (p.376).

Figura 18. Definición esquemática del flujo en alcantarilla



Fuente: French R. (1988), *Hidráulica de canales abiertos* (p.374).

Tabla 4. Capacidad hidráulica de acuerdo con el tipo de flujo en alcantarillas.

Tipo de flujo en alcantarillas	Ecuación de gasto
Tipo 1. Tirante crítico a la entrada $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) < 1.5$ $\frac{h_4}{h_c} < 1.0$ $S_0 > S_c$	$Q = C_D A_c \sqrt{2g \left(h_1 - z + \alpha_1 \frac{u_1^2}{2g} - y_c - h_{f1,2} \right)}$
Tipo 2. Tirante crítico a la salida $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) < 1.5$ $\frac{h_4}{h_c} < 1.0$ $S_0 < S_c$	$Q = C_D A_c \sqrt{2g \left(h_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} - y_c - h_{f1,2} - h_{f2,3} \right)}$
Tipo 3. Flujo subcrítico en toda la alcantarilla $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) < 1.5$ $\frac{h_4}{h_c} \leq 1.0$ $\frac{h_4}{h_c} > 1.0$	$Q = C_D A_c \sqrt{2g \left(h_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} - h_3 - h_{f1,2} - h_{f2,3} \right)}$
Tipo 4. Salida ahogada $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) > 1.0$ $\frac{h_4}{D} > 1.0$	$Q = C_D A_0 \left[\frac{2g(h_1 - h_4)}{1 + (29C_D^2 n^2 L / R_0^{4/3})} \right]^{1/2}$
Tipo 5. Flujo supercrítico a la entrada $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) \geq 1.5$ $\frac{h_4}{D} \leq 1.0$	$Q = C_D A_0 \sqrt{2g(h_1 - z)}$
Tipo 6. Flujo lleno a la salida $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) \geq 1.5$ $\frac{h_4}{D} \leq 1.0$	$Q = C_D A_0 \sqrt{2g(h_1 - h_3 - h_{f2,3})}$

Fuente: adaptado de French R. (1988), *Hidráulica de canales abiertos* (p.374).

Donde:

C_D = Coeficiente de gasto

A_c = Área de flujo para un tirante crítico

$U_1 = V_1$ = Velocidad media en la sección de llegada

- **Flujo tipo 1**

En esta clasificación de flujo el tirante crítico se presenta en la vecindad de la entrada de la alcantarilla. Para que se presente este tipo de flujo, deben cumplirse los siguientes requisitos: (French, R. 1988)

- La razón carga-diámetro de la alcantarilla no debe exceder a 1.5
- La pendiente del barril S debe ser menor que la pendiente crítica S.
- La elevación aguas abajo y_4 debe ser menor que la elevación de la superficie del agua en la sección crítica.

• Flujo tipo 2

En esta clasificación del flujo, el tirante crítico se presenta a la salida de la alcantarilla. Para que se presente este tipo de flujo, se deben cumplir los siguientes requisitos: (French, R. 1988)

- La razón carga-diámetro de alcantarilla debe exceder a 1.5
- La pendiente del barril de la alcantarilla S_0 debe ser menor que la pendiente crítica S_c .
- La elevación aguas abajo y_4 no puede exceder la elevación de la superficie del agua en la sección crítica.

• Flujo tipo 3

En este tipo de flujo, la existencia de un perfil de flujo gradualmente variado es el factor de control, no puede presentarse un tirante crítico, y la elevación de la superficie del agua en la sección aguas arriba de la alcantarilla es una función de la elevación aguas abajo de la alcantarilla. En esta clasificación de flujo, éste es subcrítico a todo lo largo de la alcantarilla. Para que se presente este tipo de flujo, deben cumplirse los siguientes requisitos: (French, R. 1988)

- La razón carga-diámetro de alcantarilla debe ser menor que 1.5.
- La elevación aguas abajo no será suficiente para ahogar la salida de la alcantarilla, pero excederá la elevación del tirante crítico a la salida.
- El límite inferior de la elevación aguas abajo será tal que: a) la elevación aguas abajo del agua sea mayor que el tirante crítico en la entrada de la alcantarilla, si las condiciones de flujo son tales que se presentase un tirante crítico en la entrada, y b) la elevación aguas abajo del agua sea mayor que la

elevación del tirante crítico a la salida de la alcantarilla, si la pendiente de ésta es tal que el tirante crítico se presentaría en esta sección bajo la condición de caída libre.

- **Flujo tipo 4**

En esta clasificación de flujo, la alcantarilla está llena, así que el gasto se puede estimar directamente con la ecuación de energía. Para el flujo tipo 4, las pérdidas de carga entre las secciones 1 y 2 y las secciones 3 y 4 con frecuencia pueden despreciarse. La pérdida causada por la expansión brusca del campo de flujo a la salida de la alcantarilla se supone que es $(h_3 - h_4)$. (French, R. 1988)

- **Flujo tipo 5**

En esta clasificación de flujo, éste es supercrítico a la entrada a la alcantarilla y la razón carga-diámetro de alcantarilla excede a 1.5. Ya que la elevación aguas abajo del agua, se encuentra debajo de la clave de la alcantarilla, la alcantarilla fluye parcialmente llena. (French, R.1988)

- **Flujo tipo 6**

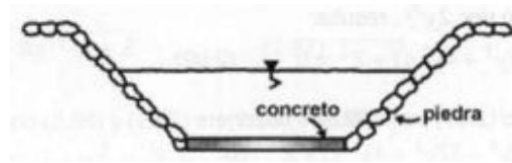
En esta clasificación de flujo, la razón carga-diámetro de alcantarilla excede 1.5, así que alcantarilla fluye llena y la salida no se encuentra ahogada. La Tabla 4 sirve como guía en la clasificación del flujo en alcantarillas dentro de una de las categorías anteriores.

Antes de examinar los cálculos requeridos para la determinación del gasto en las categorías anteriores, es necesario analizar los valores típicos del factor de rugosidad de Manning para varios materiales de alcantarillas. (French, R. 1988)

Rugosidades compuestas

Un canal puede estar conformado por secciones de su perímetro mojado que presentan diferentes materiales, lo que conlleva a tener distintos coeficientes de rugosidad n en cada parte. Un ejemplo típico es un canal cuyo fondo es de concreto mientras que sus paredes laterales están revestidas con piedra, como se muestra en la Figura 19. (French, R. 1988).

Figura 19. Canal de rugosidades compuestas.



Fuente: French R. (1988), *Hidráulica de canales abiertos* (p.126).

Para los casos que se muestra en la Figura 19 se utiliza la fórmula de Manning de n ponderado equivalente, representativo de todo el perímetro mojado de la sección. (U.S. Army Corps of Engineers, 2025).

Tabla 5. Coeficiente de rugosidad mínimo, normal y máximo de estructuras.

RUGOSIDADES			
Concreto	Mínimo	Normal	Máximo
Acabado con llana	0.011	0.013	0.015
Acabado con flotador	0.013	0.015	0.016
Terminado, con fondo de grava	0.015	0.017	0.020
Sin terminar	0.014	0.017	0.020
Gunita, sección en buen estado	0.016	0.019	0.023
Gunita, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
Metal			
Superficies lisas de acero	0.011	0.012	0.014
Metal corrugado	0.021	0.025	0.030
Canales excavados o dragados			
Tierra, recta y uniforme			
Limpio, recién terminado	0.016	0.018	0.020
Limpio, después de la intemperie.	0.018	0.022	0.025
Grava, sección uniforme, limpia	0.022	0.025	0.030
Con pasto corto, pocas malezas	0.022	0.027	0.033
Tierra, tortuosa y lenta			
Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
Hierba, algunas malezas	0.025	0.030	0.033
Malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos.	0.030	0.035	0.040

Fondo de tierra y lado de escombros	0.028	0.030	0.035
Fondo pedregoso y orillas cubiertas de maleza	0.025	0.035	0.040
Fondo de adoquín y lados limpios	0.030	0.040	0.050

Fuente: Adaptado de Chow, V.T. (1959). *Open-Channel Hydraulics* (Apéndice I).

Para la determinación la rugosidad compuesta, el canal principal se divide en N partes, cada una con un perímetro mojado conocido como P_i y el coeficiente de rugosidad n_i . (U.S. Army Corps of Engineers, 2025).

$$n_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i n_i^{1.5})}{P} \right]^{2/3} \quad \dots\dots(\text{Ec. 49})$$

Donde:

n_c =coeficiente de rugosidad compuesto.

P = Perímetro mojado de todo el canal.

P_i = Perímetro mojado de cada sección.

n_i =coeficiente de rugosidad de cada sección.

b) Cunetas

Las cunetas son zanjas longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera, con el objeto de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial. Se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte, longitudinalmente paralela y adyacente a la calzada del camino y serán de concreto vaciadas en el sitio, prefabricados o de otro material resistente a la erosión. Serán del tipo triangular, trapezoidal o rectangular, siendo preferentemente de sección triangular, donde el ancho es medido desde el borde de la rasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior.

• Capacidad de cunetas

El dimensionamiento o diseño hidráulico de la cuneta consiste en verificar que la capacidad hidráulica de la estructura, estimada con la expresión de Manning, sea superior al caudal de diseño.

La expresión de Manning es (Villón, M. 2007):

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S o^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots(\text{Ec. 50})$$

Siendo:

Q: Caudal de diseño, en metros cúbicos por segundo (m³ /s).

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

A: Área mojada, en metros cuadrados (m²).

R: Radio hidráulico, en metros (m).

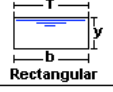
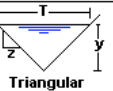
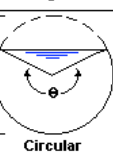
S: Pendiente, en metros por metro (m/m).

La pendiente coincide usualmente con la pendiente longitudinal de la vía, salvo en aquellos casos en que se requiere una mayor capacidad hidráulica o por facilidad de desagüe se proyecta la cuneta en contrapendiente por un corto tramo. En estos casos especiales se debe verificar que la pendiente sea, como mínimo, la menor recomendada, es decir 0.5% y 0.3% en zonas planas.

Parámetros hidráulicos característicos de la sección

A continuación, se determinan las relaciones geométricas correspondientes al área hidráulica (A), perímetro mojado (p), espejo de agua (T) y radio hidráulico (R), de las secciones transversales más frecuentes. (Villón, M. 2007).

Figura 20. Secciones utilizadas en cunetas

Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 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	$\frac{2}{3} T y$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2 T^2 y}{3 T + 8y^2}$	$\frac{3 A}{2 y}$

Fuente: adaptado de Villón, M. (2007), *Hidráulica de canales* (p.36).

Velocidades límites admisibles

En los canales, la velocidad del flujo debe mantenerse dentro de ciertos límites: por un lado, debe ser lo suficientemente alta como para evitar la sedimentación de materiales sólidos en suspensión; por otro, no debe superar un valor máximo que pueda causar erosión en el fondo y las paredes del canal. Cuando las velocidades exceden este umbral superior, pueden alterar la pendiente del canal y generar problemas en el funcionamiento de sus estructuras. Por el contrario, si la velocidad es demasiado baja, se favorece la deposición de sedimentos, lo cual reduce la capacidad de conducción del canal y genera mayores costos de mantenimiento debido al embanque.

Diversos estudios experimentales han determinado estos valores límites para canales excavados en terreno natural, encontrándose generalmente dentro del rango de 0.30 a 0.90 m/s. Asimismo, la Tabla 6 presenta los intervalos de velocidades máximas recomendadas, en función del tipo de material donde se construyen los canales (Villón, M. 2007).

Tabla 6. Capacidad hidráulica de acuerdo con el tipo de flujo en alcantarillas.

Características de los suelos	Velocidades máximas (m/s)
Canales en tierra franca	0,60
Canales en tierra arcillosa	0,90
Canales revestidos con piedra y mezcla simple	1,00
Canales con mampostería de piedra y concreto	2,00
Canales revestidos con concreto	3,00
Canales en roca:	
pizarra	1,25
areniscas consolidadas	1,50
roca dura, granito, etc.	3 a 5

Fuente: French R. (1988), *Hidráulica de canales abiertos* (p.135).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.MATERIALES Y EQUIPOS

Para el desarrollo de la presente investigación, se emplearon los siguientes materiales y equipos:

3.1.1. Materiales

- Cinta métrica de 30 m, para la medición de longitudes de cunetas y estructuras transversales.
- Libreta de campo y fichas técnicas, para el registro sistemático de observaciones y dimensiones.

3.1.2. Equipos

- GPS portátil, para la georreferenciación de estructuras.
- Cámara fotográfica digital.
- Computadora portátil, para procesamiento y análisis de datos en gabinete.
- Softwares, tales como:

Excel: cálculos de caudales, velocidades, capacidad hidráulica, etc.

HEC-RAS: modelación de flujos en estructuras de drenaje.

AutoCAD Civil 3D: elaboración y análisis de perfiles y secciones.

ArcGIS y Google Earth Pro: análisis geoespacial, delimitación de cuencas.

Estos materiales y equipos permitieron la recolección precisa de datos en campo, así como el análisis técnico detallado para la caracterización y evaluación del sistema de drenaje del tramo vial en estudio.

3.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El tramo de carretera en estudio abarca desde el tramo Km 00+000 (Dv. Olmos) - Km 19+750 (Zona urbana de Jaén) de la carretera Chamaya-Puente Integración. Ubicado en el departamento de Cajamarca, provincia de Jaén y distrito de Jaén.

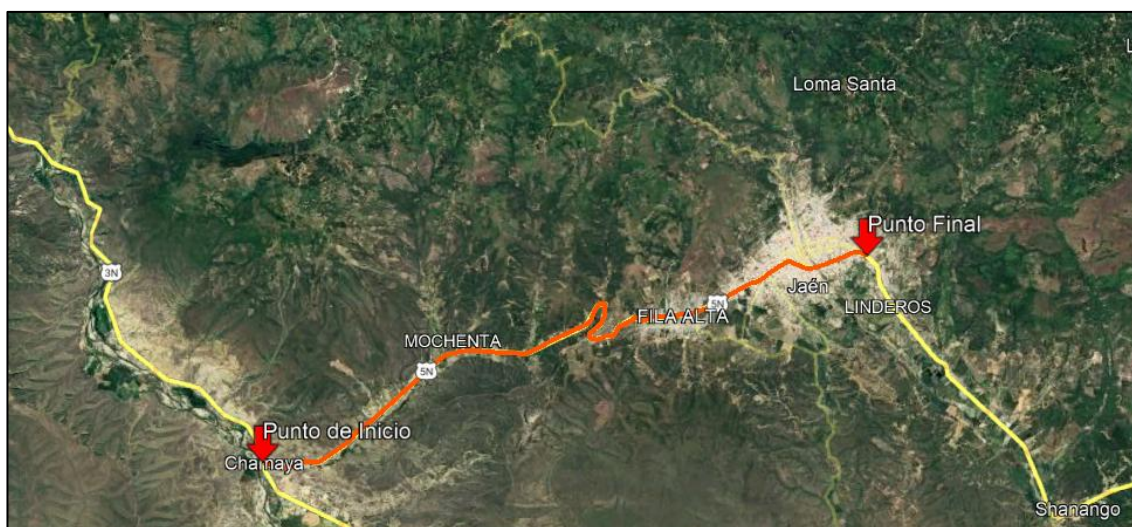
Coordenadas UTM del punto de inicio del Km 00+000 es:

- Este : 748363.084
- Norte : 9354106.617
- Altitud : 480.000 m.s.n.m.

Coordenadas UTM del punto final del Km 19+750 es:

- Este : 743034.7943
- Norte : 9369996.6511
- Altitud : 722.000 m.s.n.m.

Figura 21.Ubicación general de tramo en estudio – Google earth.



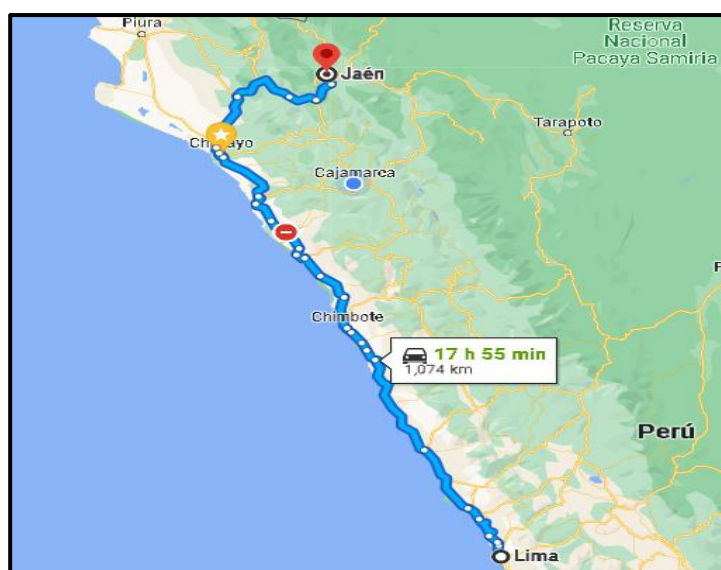
3.3.ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona de estudio, partiendo de la ciudad de Lima hasta Jaén, mediante vía terrestre está aproximadamente a 1074 Km. Realizándose en un tiempo de viaje de 17 horas y 55 minutos, para mayor detalle de los accesos al tramo se recomienda ver Tabla 7.

Tabla 7: Distancia y tiempo hacia zona de estudio

Tramo	Distancia (Km)	Tiempo de Viaje (horas)	Tipo de Vía
Lima - Chiclayo	771	12.05	Asfaltada
Chiclayo Jaén	301	5.8	Asfaltada

Figura 22. Acceso a la zona de estudio



3.4.METODOLOGÍA

La presente tesis se enmarca en una metodología mixta que integra observación directa, análisis técnico y revisión documental, permitiendo una comprensión integral del estado y funcionamiento del sistema de drenaje existente en el tramo Chamaya – Puente Integración.

Según la fuente de información, se trata de una investigación de campo y documental. El trabajo de campo consistió en inspecciones visuales sistemáticas a lo largo del tramo evaluado, donde se identificaron visualmente daños estructurales, colmatación y condiciones operativas de alcantarillas y cunetas. Se tomaron mediciones directas de dimensiones (diámetros, alturas, anchos) y se utilizó GPS para georreferenciar cada estructura. Además, se realizó un registro fotográfico completo de las condiciones observadas. En paralelo, se revisaron fuentes documentales como informes técnicos de Provias Nacional y estudios hidrológicos previos.

Según el diseño de investigación, se clasifica como una investigación no experimental, ya que no se manipularon variables ni condiciones del entorno, sino que se observaron y analizaron las estructuras de drenaje tal como se encuentran en el campo. El objetivo fue evaluar su desempeño frente a caudales de diseño calculados, sin alterar el comportamiento hidráulico natural del sistema.

Según el nivel de medición y análisis de la información, la investigación es descriptiva y correlacional. Se describe detalladamente el estado actual de las estructuras hidráulicas (longitudinales y transversales) y se correlacionan sus dimensiones, características hidráulicas y tipo de sección (triangular, trapezoidal, rectangular, etc.) con los caudales estimados mediante el método racional. Este enfoque permitió identificar qué estructuras cumplen con la capacidad de conducción requerida y cuáles presentan deficiencias.

Según el tipo de inferencia, se adoptó un enfoque deductivo–inductivo. En la etapa deductiva se aplicaron principios teóricos de la hidráulica y la hidrología, junto con normativas técnicas nacionales, para el cálculo de caudales de diseño y evaluación de estructuras. Posteriormente, en el enfoque inductivo, se interpretaron los resultados obtenidos en el tramo específico y se formularon recomendaciones técnicas basadas en la observación empírica.

Según su ubicación temporal, es una investigación transversal, dado que la recolección de datos de campo se realizó en el mes de marzo de 2023, capturando un diagnóstico puntual del estado funcional del sistema de drenaje. Para la estimación hidrológica, se emplearon series de datos pluviométricos comprendidas entre los años 1999 y 2023, lo que permitió un análisis hidrológico representativo del comportamiento de las precipitaciones en la zona.

- **Población de estudio**

La población de estudio abarca todas las obras de drenaje longitudinal y transversal (alcantarillas y cunetas) presentes a lo largo del tramo Chamaya Km 00+000 - Km 19+750 de la carretera Chamaya - Puente Integración.

- **Muestra**

La muestra se delimitará a las obras de drenaje clave, seleccionadas por su importancia en términos de manejo de caudales pluviales en zonas críticas del tramo. Esto incluye a las alcantarillas y cunetas existentes, evaluadas mediante criterios de acceso, condiciones actuales y relevancia para el flujo de aguas pluviales.

3.5.PROCEDIMIENTO

El procesamiento de la información en esta investigación se llevó a cabo mediante las siguientes etapas:

a) Procesamiento hidrológico

- Recopilación y validación de datos históricos de precipitación (1999-2023).
- Análisis estadístico para la estimación de precipitaciones máximas con diferentes periodos de retorno (30 y 71 años).
- Construcción de curvas IDF utilizando métodos empíricos y/o adaptación de ecuaciones existentes según los registros locales.
- Cálculo de caudales de diseño mediante el método racional, considerando el tipo de cobertura, pendiente, área de microcuenca y coeficientes de escorrentía apropiados.

b) Evaluación de campo y procesamiento hidráulico

- Clasificación y codificación de la información recopilada durante la inspección visual, como dimensiones de estructuras (diámetros, longitudes, pendientes), tipo de material.
- Georreferenciación de cada estructura mediante coordenadas obtenidas con GPS.
- Elaboración de un registro fotográfico detallado.

- Evaluación de la capacidad hidráulica de las cunetas y alcantarillas existentes.
- Determinación del tipo de sección (triangular, trapezoidal, rectangular) y su eficiencia frente a los caudales estimados.
- Cálculo del tirante, velocidad, área hidráulica, perímetro mojado y radio hidráulico según la sección.
- Identificación de estructuras subdimensionadas o colapsadas.

3.5.1. PROCESAMIENTO HIDROLOGICO

3.5.1.1.RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRAFICA E HIDROMETEOROLÓGICA

Comprende la recopilación de información satelital de imágenes ASTER GDEM, cartas nacionales del IGN y registros de información pluviométrica de las estaciones meteorológicas del SENAMHI y ANA, que tengan influencia dentro del área de estudio.

Información Cartográfica

Para la delimitación del área de influencia de las cuencas de drenaje que interceptan la carretera se recopiló y utilizó la siguiente información:

- Cartas Nacionales a escala 1/100,000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN), digitalizada como un Sistema de Información Geográfica (SIG); con curvas de nivel con equidistancia mínima de 50 m., red hidrográfica, división política, red vial, etc. Descargados en formato Shapefile del portal de la Unidad Estadística Educativa del Ministerio de Educación del Perú mediante el siguiente Link:

<http://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/>

Tabla 8: Cartas nacionales utilizadas

Ítem	Denominación	Hoja	Zona	Escala
1	Huancabamba	10-e	17-S	1:100,000
2	Huancabamba	10-f	17-S	1:100,000
3	Huancabamba	11-e	17-S	1:100,000
4	San Ignacio	11-f	17-S	1:100,000
5	Pomahuaca	12-e	17-S	1:100,000
6	Jaen	12-f	17-S	1:100,000

Fuente: Estudio hidrológico - CB-JAE-PGV

- Modelos de Elevación digital (MED) elaborados a partir de imágenes ASTER GDEM, con una resolución espacial de 30 m., descargados del sitio web oficial de:

http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/download_raster.aspx

- Cartografía digital de número de curva elaborado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

<https://www.geogpsperu.com/2019/04/numero-de-curva-descargar-mapa.html>

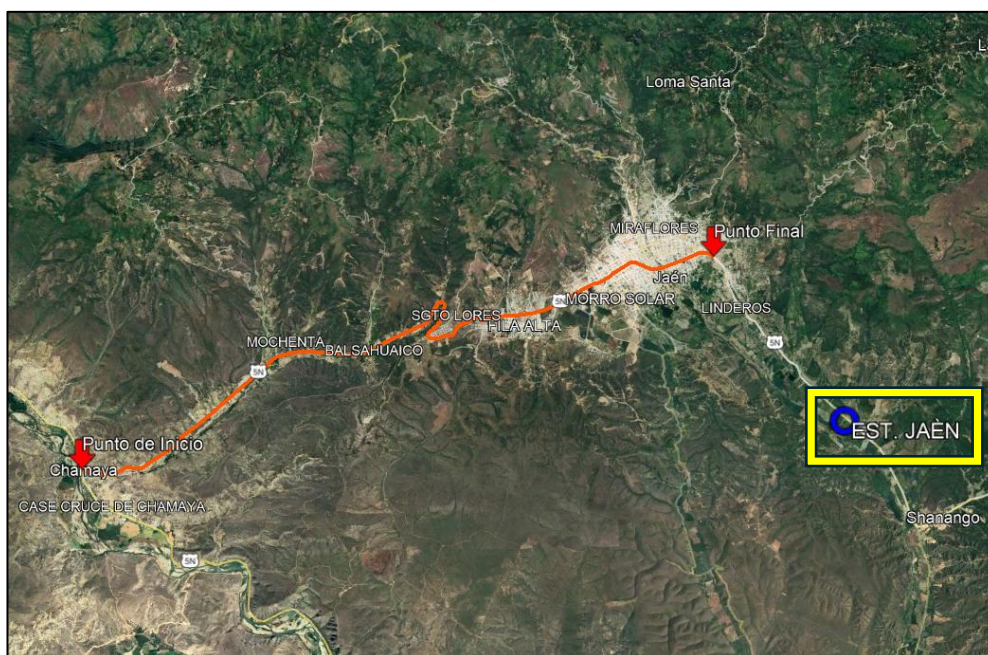
Información Meteorológica

La información meteorológica recopilada y empleada en el análisis hidrológico del área de influencia del proyecto provienen de registros de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Jaén.

Tabla 9: Estación Meteorológica en la zona de estudio.

Estación	Parámetro	Ubicación Geográfica		Altitud (m.s.n.m.)	Huso	Periodo Registro	Ubicación Política		
		Latitud	Longitud				Departamento	Provincia	Distrito
Jaén	PP Max. en 24 horas	5°40'0"S	78°46'0"O	618	17L	1999 - 2023	Cajamarca	Jaén	Jaén

Figura 23 . Ubicación de la estación meteorológica



Fuente: Imagen satelital - Google earth

Análisis de la información Meteorológica

La información meteorológica recopilada y empleada en el análisis hidrológico del área de influencia del proyecto provienen de registros de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Jaén.

Registro de precipitación máxima en 24 horas

El registro de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Jaén fue entregado por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). El registro de información utilizado correspondió a 25 años (1999 – 2023) de donde se han seleccionado los valores mayores de cada año para trabajar sólo con un registro máximo a escala multianual.

Tabla 10: Precipitaciones máximas en 24 horas (mm).

Año	Precipitación
1999	59.2
2000	36.6
2001	39.1
2002	88.0
2003	35.6
2004	38.1
2005	78.5
2006	38.7
2007	45.9
2008	63.7
2009	44.6
2010	41.5
2011	70.6

Año	Precipitación
2012	32.6
2013	54.4
2014	50.3
2015	73.0
2016	28.6
2017	39.6
2018	63.8
2019	44.0
2020	52.4
2021	72.0
2022	47.4
2023	49.2

*Los datos certificados de SENAMHI están en el anexo 6.

Prueba de datos dudosos “outliers”

Antes de realizar cualquier tratamiento estadístico de datos, se realizó un análisis de datos dudosos, para determinar que los valores tomados se encuentren dentro del rango de confianza de la serie o si existe algún dato que no corresponde a la muestra denominado “outliers”.

Para determinar los datos a utilizar, primero se considera los años donde se tiene un registro completo de información en el total de los 12 meses o de preferencia los años que tienen registros en el periodo diciembre – marzo, que son los meses donde el Perú presenta las

mayores precipitaciones del año. El valor de precipitación máxima en 24 horas, se tomó a partir de valor máximo registrado en cada año.

El método de Water Resources Council recomienda una verificación de datos dudosos que consiste en determinar un rango de valores utilizando una ecuación de frecuencia del siguiente tipo:

$PH = 10^{(xH)}$ Precipitación máxima aceptada límite superior.

$$XH = \bar{x} + K_n S$$

$PL = 10^{(xL)}$ Precipitación mínima aceptada límite inferior.

$$XL = \bar{x} - K_n S$$

Dónde:

PH: Límite de confianza superior.

PL: Límite de confianza inferior.

$\bar{X}$: promedio de los logaritmos de la muestra.

S: Desviación Estándar de los logaritmos de la muestra.

K_n : Valor para la prueba de datos dudosos que depende del tamaño de la muestra.

Tabla 11: Valores para coeficiente (K_n).

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.107
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.248	37	2.650	55	2.804		

Se analizó los datos de la estación Jaén, debido a que ésta tiene influencia en el área del proyecto. El análisis completo se muestra en el anexo – Análisis de la información pluviométrica.

Tabla 12: Análisis de datos dudosos de la estación Jaén.

Numero de datos n	25	25
Suma Σ	1287.4	42.3300
Máximo	88.0	1.9445
Mínimo	28.6	1.4564
Promedio $\bar{x}$	51.5	1.6932
Desviación estándar s	15.7204	0.1287
Coefficiente asimetría Cs	0.7212	0.2386
Cs/6 k	0.1202	0.0398

Análisis estadístico de la información

Luego que la información fuera sometida al análisis de datos dudosos, el registro de precipitación máxima en 24 horas fue analizado estadísticamente por medio de las distribuciones Normal, Gumbel, Log Normal, Pearson III y el de Log Pearson Tipo III.

La prueba de bondad de ajuste consiste en comprobar estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie analizada, se ajusta a una determinada función de probabilidades teóricas seleccionada a priori. La prueba de ajuste de bondad de Smirnov-Kolmogorov Δ , considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra $F(x)$ de la función de probabilidades teórica, escogida $F_0(x)$ tal que $\Delta = \max. (F(x) - F_0(x))$. La prueba requiere que el valor de Δ calculado con la expresión anterior sea menor que el valor tabulado Δ_t para un nivel de probabilidad requerido.

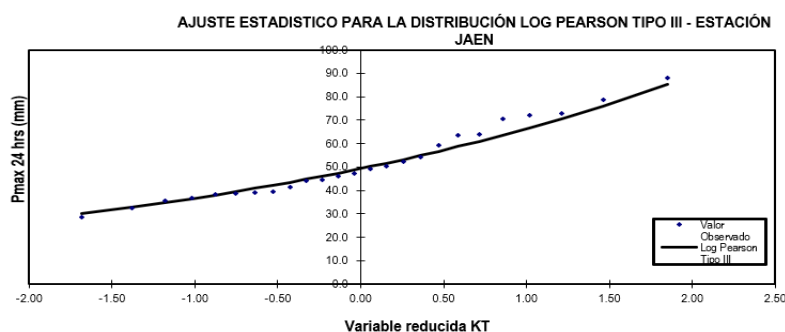
La prueba comprende las siguientes etapas:

- Es estadístico Δ es la máxima diferencia entre la función de distribución acumulada de la muestra y la función de distribución acumulada teórica escogida.
- Se fija el nivel de probabilidad $\alpha=0.05$.
- El valor crítico $\Delta_{\max}$ de la prueba debe ser obtenido de tablas en función de “ α ” y al número de datos.
- Si el valor calculado Δ es mayor que Δ_t , la distribución escogida se debe rechazar.

Se realizó la prueba de ajuste de bondad Kolgomorov Smirnov y se determinó que el registro de la estación Jaén se ajusta a la función de distribución Log Pearson tipo III.

En el anexo – Análisis de la información pluviométrica se encuentran los ajustes de bondad y distribución estadística.

Figura 24. Estación Jaén – ajuste de distribución Log Pearson Tipo III.



Luego, utilizando la distribución de mejor ajuste para la estación Jaén se procedió a determinar la precipitación para los diferentes tiempos de retorno (2, 5, 10, 30, 35, 50, 71, 140 y 500 años).

Tabla 13: Precipitaciones para diferentes periodos de retorno.

TR (años)	Estación Jaén
5	63.8
10	72.4
20	80.1
25	82.5
30	84.4
35	85.9
50	89.5
71	92.9
100	96.2
140	99.3
500	110.8

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda un coeficiente de corrección para datos de estaciones que se registran una vez al día de 1,13. Para el caso de nuestra estación, según fuentes del SENAMHI indican que la medición de la precipitación máxima se

realiza al finalizar el día, lo cual es considerado como una medición al día. Tomando el criterio antes mencionado para el caso de nuestra estación las precipitaciones se corrigieron a partir del cual se obtendrán las tormentas de diseño.

Tabla 14: Precipitaciones corregidas.

TR (años)	Estación Jaén
5	72.1
10	81.8
20	90.5
25	93.2
30	95.3
35	97.1
50	101.1
71	105.0
100	108.7
140	112.3
500	125.2

Curva de intensidad – duración – frecuencia (IDF)

La intensidad es la tasa temporal de precipitación por unidad de tiempo. Las curvas de intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el período de retorno.

La metodología aplicada consistió en muestreos sobre los pluviogramas respectivos, con el fin de obtener las intensidades máximas por año, para las duraciones de 24, 12, 8, 6, 4, 2 y 1 hora. Los datos se llevaron a intensidad horaria, para luego construir las curvas IDF para los períodos de retornos considerados en el diseño.

Una vez definidas las tablas de uso práctico y diseñadas las curvas IDF para cada estación, se procedió a analizar el comportamiento de las variables involucradas en este estudio, relacionando simultáneamente las tres variables en una familia de curvas, de modo de representar la relación de la intensidad, duración y la frecuencia no sólo en forma gráfica, sino que también en forma analítica, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$I = \frac{k * T^m}{D^n}$$

Donde k, m y n son constantes que se calculan mediante un análisis de regresión lineal múltiple, donde (T) es el período de retorno en años, (D) la duración en minutos u horas, e (I) la intensidad de precipitación en mm/hr.

Luego, aplicando los logaritmos a la ecuación propuesta se pretende llegar a la forma de un modelo de regresión lineal múltiple y cuyo modelo se expresa en la ecuación:

$$\log I = \log k + m \log T - n \log D$$

Método Grunsky

Bell (1969) encontró una ecuación generalizada de intensidad-duración-período de retorno, combinando las razones; lámina de lluvia-frecuencia con la lámina de lluvia-duración.

En la literatura se han propuesto diversas fórmulas para definir las curvas IDF que pretenden tener validez universal, entre las que destaca la denominada fórmula de Grunsky la cual es de la forma:

$$i_t = i_{24} * \sqrt{\frac{24}{t}} \left(\frac{mm}{hr} \right)$$

donde:

i_t = Intensidad en una duración cualquiera t.

i_{24} = Intensidad media en 24 horas

t = duración en horas

Conocida entonces la precipitación máxima diaria para un cierto Período de Retorno T, dada por la expresión:

$$i_{24} = P_d / 24 \text{ (mm/hr)}$$

Es posible obtener la relación entre la intensidad y la duración aplicando la fórmula de Grunsky.

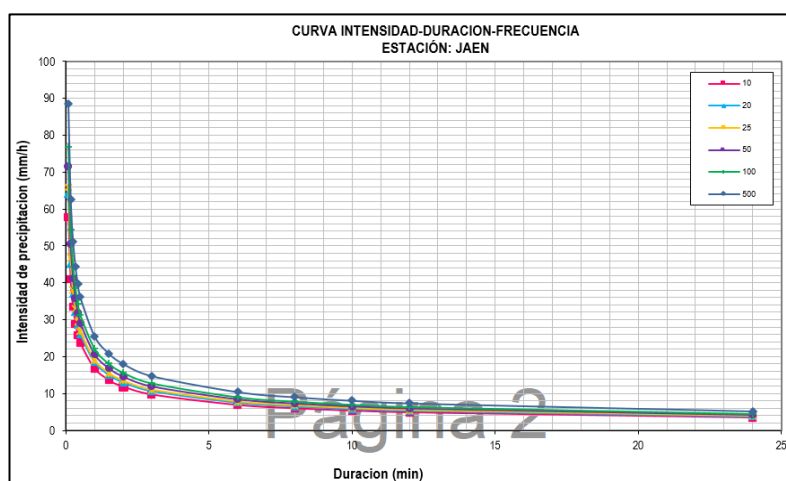
Tabla 15: Intensidades de diseño según método Grunsky.

Intensidad - Duración - Periodo de Retorno (mm/hr)							
Duración		Precipitación máxima diaria (mm) en función del Periodo de Retorno (Tr)					
		81.8	90.5	93.2	101.1	108.7	125.2
Hr	minutos	10	20	25	50	100	500
0.08	5	57.87	64.02	65.90	71.52	76.86	88.54
0.17	10	40.92	45.27	46.60	50.57	54.35	62.61
0.25	15	33.41	36.96	38.05	41.29	44.37	51.12
0.33	20	28.93	32.01	32.95	35.76	38.43	44.27
0.42	25	25.88	28.63	29.47	31.98	34.37	39.60
0.50	30	23.62	26.14	26.91	29.20	31.38	36.15
1.00	60	16.70	18.48	19.02	20.65	22.19	25.56
1.50	90	13.64	15.09	15.53	16.86	18.12	20.87
2.00	120	11.81	13.07	13.45	14.60	15.69	18.07
3.00	180	9.64	10.67	10.98	11.92	12.81	14.76
6.00	360	6.82	7.55	7.77	8.43	9.06	10.44
8.00	480	5.91	6.53	6.73	7.30	7.84	9.04
10.00	600	5.28	5.84	6.02	6.53	7.02	8.08
12.00	720	4.82	5.34	5.49	5.96	6.40	7.38
24.00	1440	3.41	3.77	3.88	4.21	4.53	5.22

Figura 25. Ecuación para generar la curva de intensidad – duración y frecuencia.

$$I = \frac{2.0152}{10} * \frac{0.1070}{T} \cdot \frac{0.5000}{t}$$

Figura 26. Curvas IDF – Método Grunsky



3.6. EVALUACION DE CAMPO Y PROCESAMIENTO HIDRÀULICO

3.6.1. Diagnóstico y situación actual de alcantarillas

Durante el desarrollo de los trabajos de campo, la cual consiste en la evaluación del estado del sistema de drenaje transversal, se han identificado diversas necesidades de trabajos adicionales con el fin de garantizar la calidad, la protección de las estructuras existentes y evitar la discontinuidad de las intervenciones previstas.

En campo, se ha constatado que la mayoría de las estructuras presentan problemas relacionados con su dimensionamiento, es decir, se han diseñado con dimensiones menores a las requeridas para los caudales que deben evacuar, lo que ha generado saturación por la acumulación de sedimentos.

Además, se ha identificado que en algunos casos los propios pobladores han clausurado alcantarillas, debido a los problemas que causan a sus propiedades, principalmente inundaciones o cambios en el flujo de agua que impactan negativamente en sus terrenos. Estas acciones han contribuido a agravar los problemas de drenaje en la zona, dificultando aún más la evacuación eficiente de las aguas superficiales.

Se presentan algunas estructuras representativas del tramo:

Primera alcantarilla ubicada en el Km. 1+008, corresponde a una tubería TMC de 36", en la cual se ve en la entrada y tubería de la estructura que presenta material sedimentado y requiere trabajos de limpieza.

Fotografía. 1 Alcantarilla en el Km 1+008 – TMC de 36"



Alcantarilla TMC de 36"

En el Km. 1+548, corresponde a una alcantarilla definitiva de 36" en TMC. Estructura que se encuentra clausura por la población por los daños que generados.

Fotografía. 2 Alcantarilla en el Km 1+548 – TMC de 36”



Alcantarilla TMC de 36”

En el Km. 1+692, corresponde a una alcantarilla definitiva de 36” en TMC. Estructuralmente está en mal estado, ya que, presenta deterioro en los cabezales de ingreso y salida, a la vez en toda la tubería los paños presentan deformación y sedimentación. Esta misma estructura que se encuentra clausura por la población, ya que, a la salida es propiedad privada.

Fotografía. 3 Alcantarilla en el Km 1+692 – TMC de 36”



Alcantarilla TMC de 36”

En el Km. 15+584, corresponde a una alcantarilla definitiva de 36” en TMC. Cumple la función de canal de riego, estructuralmente está en mal estado, los paños en toda la tubería presentan asentamiento y deformación, los cabezales de ingreso y salida no presentan aleros y el material de arrastre que acarrea este canal está sedimentado en toda la alcantarilla.

Fotografía. 4 Alcantarilla en el Km 15+584 – TMC de 36”



Alcantarilla TMC de 36”

3.6.2. Diagnóstico y situación actual de cunetas

Durante la inspección de campo, se observó un deterioro considerable en el sistema de cunetas. En varios tramos, no existen cunetas, lo que ha provocado acumulación de agua y daño en el pavimento. En otros sectores, las cunetas están obstruidas por sedimentos y basura, reduciendo su capacidad de drenaje. Además, se identificaron tramos con cunetas fracturadas y agrietadas, lo que afecta su funcionalidad. En conjunto, estas deficiencias comprometen el sistema de drenaje y aceleran el deterioro de la vía.

En el tramo comprendido entre el Km. 00+440 y Km. 00+606, no se evidencia la presencia de cunetas a lo largo de la vía. Esta carencia de sistemas de drenaje superficial incrementa el riesgo de acumulación de agua en la calzada durante periodos de lluvia, favoreciendo el deterioro prematuro de la carpeta asfáltica, la aparición de baches y el debilitamiento de los bordes de la vía.

Fotografía. 5 Tramo sin cuentas Km 00+440 – Km 00+606.



En el tramo comprendido entre el Km. 02+878 y Km. 04+164, no se evidencia la presencia de cunetas a lo largo de la vía. Esta carencia de sistemas de drenaje superficial incrementa el

riesgo de acumulación de agua en la calzada durante periodos de lluvia, favoreciendo el deterioro prematuro de la carpeta asfáltica, la aparición de baches y el debilitamiento de los bordes de la vía.

Fotografía. 6 Tramo sin cuentas Km 02+878 – Km 04+164.



En el Km. 12+675 - Km13+011, corresponde a tramos de cuneta de sección triangular donde se observa parte del tramo con sedimento que obstaculiza toda el área de la cuneta evitando la continuidad del sistema de drenaje longitudinal.

Fotografía. 7 Tramo de cunetas del Km 12+675 – Km 13+011



En el Km. 13+456 - Km13+504, corresponde a tramos de cuneta de sección triangular donde se observa parte del tramo con sedimento y gran cantidad de basura que llega a obstaculiza toda el área de la cuneta evitando la continuidad del sistema de drenaje longitudinal.

Fotografía. 8 Tramo de cunetas del Km 13+456 – Km 13+504



En el Km. 14+772 - Km15+254, corresponde a tramos de cuneta de sección triangular donde se observa parte del tramo con sedimento que cubre toda la sección de la cuneta evitando la continuidad del sistema de drenaje longitudinal.

Fotografía. 9 Tramo de cunetas del Km 14+772 – Km 15+254



En el Km. 18+876 – Km 19+246, corresponde a tramos de cuneta de sección parabólica donde se observa parte del tramo con material que cubre toda la sección de la cuneta evitando la continuidad del sistema de drenaje longitudinal.

Fotografía. 10 Tramo de cunetas del Km 18+876 – Km 19+246



3.6.3. Evaluación de obras de arte transversal y longitudinal

La evaluación de las obras de drenaje existentes, que incluyen cunetas, alcantarillas, puentes se ha realizado con el objetivo de verificar tanto su capacidad hidráulica como su condición estructural. Estas estructuras, que permiten la evacuación de flujos provenientes de cursos naturales (ríos, quebradas, depresiones y descargas superficiales), han sido inspeccionadas para determinar su estado actual y evaluar la necesidad de mantenimiento o reemplazo, según corresponda.

El proceso de evaluación se ha basado en los siguientes criterios:

1. **Diagnóstico visual de daños:** Se ha verificado el estado físico de cada estructura, de manera visual, identificando posibles daños, colapsos, grietas o asentamientos que comprometan su estabilidad y funcionamiento.
2. **Condición Funcional:** Se ha evaluado la operatividad de las estructuras en relación con su capacidad para transportar los flujos de agua.
3. **Dimensiones:** Se ha registrado el tamaño y tipo de cada estructura (TMC, MCA, etc.).

Los resultados detallados de esta evaluación de cada una de las estructuras en el tramo como su ubicación, dimensiones, condición estructural y funcional, así como las recomendaciones específicas para cada estructura, se encuentran en el **Anexo 02** de este informe. Esta información servirá de base para determinar las acciones de mantenimiento y posibles intervenciones de mejora en las estructuras evaluadas.

Se presenta un cuadro resumen de la cantidad de estructuras y sus dimensiones:

Tabla 16: Cuadro resumen de estructuras existentes.

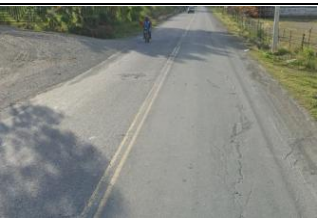
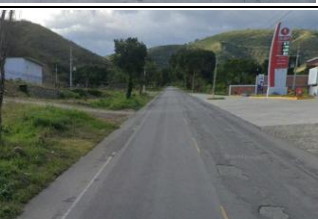
Cuadro resumen de estructuras existentes		
Estructura	Dimensiones	Cantidad
Alcantarillas	36"	41
	48"	8
Marco Cº Aº	1.88*1.5	1
	1.0*1.0	10
	3.5*1.3	1
	3*2	1
	4.5*1.5	1
	1.2*0.8	1

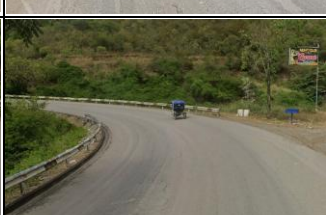
En el anexo 1 se presenta la lista del inventario de obras de arte transversal y longitudinal

3.6.3.1. Tramos sin cunetas

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los tramos específicos donde no se evidencian cunetas:

Tabla 17: Tramos sin cunetas

Item	Progresiva			Progresiva			Lado	Longitud	FOTO 1	FOTO 2
	Inicial			Final			Derecho / Izquierdo	" L "		
	KM	E	N	KM	E	N		(m)		
1	00+076	748377	9354181	00+111	748385	9354213	Izquierdo	34.6		
2	00+440	748440	9354541	00+606	748478	9354696	Izquierdo	166.0		
3	01+548	748326	9355604	01+692	748264	9355724	Izquierdo	144.0		
4	02+520	747776	9356393	02+685	747651	9356507	Izquierdo	165.0		
5	02+878	747517	9356643	04+164	746696	9357625	Izquierdo	1286.0		
6	04+384	746548	9357792	08+178	745471	9361178	Izquierdo	3794.0		

Item	Progresiva			Progresiva			Lado	Longitud	FOTO 1	FOTO 2
	Inicial			Final			Derecho / Izquierdo	" L "		
	KM	E	N	KM	E	N		(m)		
7	08+279	745425	9361267	10+131	744523	9362833	Izquierdo	1852.0		
8	10+532	744194	9363061	10+682	744266	9363181	Izquierdo	150.0		
9	10+780	744368	9363174	10+860	744447	9363161	Izquierdo	80.0		
10	13+010	744650	9363860	13+160	744569	9363973	Izquierdo	150.0		
11	14+150	744538	9364901	14+610	744488	9365360	Izquierdo	460.0		
12	15+257	744264	9365955	15+377	744200	9366070	Izquierdo	120.0		
13	15+584	744100	9366245	16+680	743614	9367210	Izquierdo	1096.0		
14	17+540	743118	9367935	18+340	743287	9368680	Izquierdo	800.0		

3.6.3.2. Factores que reducen la capacidad de las cunetas

Según el estudio geológico realizado por el PGV en el “Servicio De Gestión, Mejoramiento Y Conservación Vial Por Niveles De Servicio Del Corredor Vial: “Chamaya (Dv. Olmos) – Jaen – San Ignacio – Puente Integración (Frontera Con Ecuador) / Sondor – Tabaconas – Dv. San José Del Alto – Tamborapa (Emp. Pe-5n) / Canchaque - Huancabamba” con Código de Proyecto: CB-JAE-PGV, en la Tabla 18 se presenta la clasificación de materiales de los taludes de corte.

Esta información es relevante ya que, en caso de no haberse construido los taludes con dicha geometría o no haberse dado un mantenimiento adecuado, es probable que el material suelto se desprenda y sea arrastrado por la escorrentía superficial hacia las cunetas. Este proceso contribuye a la acumulación de sedimentos, reduciendo la capacidad hidráulica de las obras de drenaje longitudinal y, por ende, su eficiencia para evacuar las aguas pluviales.

Tabla 18: Resultados de la clasificación de materiales de los tramos evaluados.

Progresiva		Clasificación de materiales			Talud de corte recomendado
Inicio	Fin	Material suelto	Roca Suelta	Roca Fija	
0+000	0+100	0	0	0	-
0+100	0+200	0	0	0	-
0+200	0+300	0	0	0	-
0+300	0+400	0	0	0	-
0+400	0+500	0	0	0	-
0+500	0+600	0	0	0	-
0+600	0+700	0	0	0	-
0+700	0+800	50	30	20	1:4
0+800	0+900	50	30	20	1:4
0+900	1+000	50	30	20	1:4
1+000	1+100	50	30	20	1:4
1+100	1+200	50	30	20	1:4
1+200	1+300	50	30	20	1:4
1+300	1+400	50	30	20	1:4
1+400	1+500	50	30	20	1:4
1+500	1+600	0	0	0	-
1+600	1+700	0	0	0	-
1+700	1+800	0	0	0	-
1+800	1+900	0	0	0	-
1+900	2+000	50	30	20	1:4
2+000	2+100	50	30	20	1:4
2+100	2+200	50	30	20	1:4

Progresiva		Clasificación de materiales			Talud de corte recomendado
Inicio	Fin	Material suelto	Roca Suelta	Roca Fija	
2+200	2+300	50	30	20	1:4
2+300	2+400	50	30	20	1:4
2+400	2+500	50	30	20	1:4
2+500	2+600	50	30	20	1:4
2+600	2+700	50	30	20	1:4
2+700	2+800	50	30	20	1:4
2+800	2+900	50	30	20	1:4
2+900	3+000	0	0	0	-
3+000	3+100	0	0	0	-
3+100	3+200	0	0	0	-
3+200	3+300	0	0	0	-
3+300	3+400	0	0	0	-
3+400	3+500	0	0	0	-
3+500	3+600	0	0	0	-
3+600	3+700	0	0	0	-
3+700	3+800	0	0	0	-
3+800	3+900	0	0	0	-
3+900	4+000	0	0	0	-
4+000	4+100	0	0	0	-
4+100	4+200	0	0	0	-
4+200	4+300	0	0	0	-
4+300	4+400	0	0	0	-

Progresiva		Clasificación de materiales			Talud de corte recomendado
Inicio	Fin	Material suelto	Roca Suelta	Roca Fija	
4+400	4+500	0	0	0	-
4+500	4+600	0	0	0	-
4+600	4+700	0	0	0	-
4+700	4+800	0	0	0	-
4+800	4+900	0	0	0	-
4+900	5+000	0	0	0	-
5+000	5+100	0	0	0	-
5+100	5+200	0	0	0	-
5+200	5+300	0	0	0	-
5+300	5+400	0	0	0	-
5+400	5+500	0	0	0	-
5+500	5+600	0	0	0	-
5+600	5+700	0	0	0	-
5+700	5+800	0	0	0	-
5+800	5+900	0	0	0	-
5+900	6+000	0	0	0	-
6+000	6+100	0	0	0	-
6+100	6+200	0	0	0	-
6+200	6+300	0	0	0	-
6+300	6+400	0	0	0	-
6+400	6+500	0	0	0	-
6+500	6+600	0	0	0	-
6+600	6+700	0	0	0	-
6+700	6+800	0	0	0	-
6+800	6+900	0	0	0	-
6+900	7+000	0	0	0	-
7+000	7+100	0	0	0	-
7+100	7+200	0	0	0	-
7+200	7+300	0	0	0	-
7+300	7+400	0	0	0	-
7+400	7+500	0	0	0	-
7+500	7+600	0	0	0	-
7+600	7+700	0	0	0	-
7+700	7+800	0	0	0	-
7+800	7+900	0	0	0	-
7+900	8+000	0	0	0	-
8+000	8+100	0	0	0	-
8+100	8+200	0	0	0	-
8+200	8+300	0	0	0	-
8+300	8+400	0	0	0	-
8+400	8+500	0	0	0	-
8+500	8+600	0	0	0	-

Progresiva		Clasificación de materiales			Talud de corte recomendado
Inicio	Fin	Material suelto	Roca Suelta	Roca Fija	
8+600	8+700	0	0	0	-
8+700	8+800	0	0	0	-
8+800	8+900	0	0	0	-
8+900	9+000	0	0	0	-
9+000	9+100	0	0	0	-
9+100	9+200	0	0	0	-
9+200	9+300	0	0	0	-
9+300	9+400	0	0	0	-
9+400	9+500	0	0	0	-
9+500	9+600	0	0	0	-
9+600	9+700	0	0	0	-
9+700	9+800	0	0	0	-
9+800	9+900	0	0	0	-
9+900	10+000	0	0	0	-
10+000	10+100	0	0	0	-
10+100	10+200	0	0	0	-
10+200	10+300	0	0	0	-
10+300	10+400	0	0	0	-
10+400	10+500	0	0	0	-
10+500	10+600	0	0	0	-
10+600	10+700	0	0	0	-
10+700	10+800	20	40	40	1:5
10+800	10+900	20	40	40	1:5
10+900	11+000	20	40	40	1:5
11+000	11+100	20	40	40	1:5
11+100	11+200	20	40	40	1:5
11+200	11+300	20	40	40	1:5
11+300	11+400	20	40	40	1:5
11+400	11+500	20	40	40	1:5
11+500	11+600	20	40	40	1:5
11+600	11+700	20	40	40	1:5
11+700	11+800	0	0	0	-
11+800	11+900	0	0	0	-
11+900	12+000	0	0	0	-
12+000	12+100	0	0	0	-
12+100	12+200	0	0	0	-
12+200	12+300	0	0	0	-
12+300	12+400	0	0	0	-
12+400	12+500	0	0	0	-
12+500	12+600	0	0	0	-
12+600	12+700	0	0	0	-
12+700	12+800	0	0	0	-

Progresiva		Clasificación de materiales			Talud de corte recomendado
Inicio	Fin	Material suelto	Roca Suelta	Roca Fija	
12+800	12+900	50	30	20	1:4
12+900	13+000	50	30	20	1:4
13+000	13+100	50	30	20	1:4
13+100	13+200	50	30	20	1:4
13+200	13+300	50	30	20	1:4
13+300	13+400	50	30	20	1:4
13+400	13+500	0	0	0	-
13+500	13+600	0	0	0	-
13+600	13+700	0	0	0	-
13+700	13+800	0	0	0	-
13+800	13+900	0	0	0	-
13+900	14+000	0	0	0	-
14+000	14+100	0	0	0	-
14+100	14+200	0	0	0	-
14+200	14+300	0	0	0	-
14+300	14+400	0	0	0	-
14+400	14+500	0	0	0	-
14+500	14+600	0	0	0	-
14+600	14+700	0	0	0	-
14+700	14+800	0	0	0	-
14+800	14+900	0	0	0	-
14+900	15+000	0	0	0	-
15+000	15+100	0	0	0	-
15+100	15+200	0	0	0	-
15+200	15+300	0	0	0	-
15+300	15+400	0	0	0	-
15+400	15+500	0	0	0	-
15+500	15+600	0	0	0	-
15+600	15+700	0	0	0	-
15+700	15+800	0	0	0	-
15+800	15+900	0	0	0	-
15+900	16+000	0	0	0	-
16+000	16+100	0	0	0	-
16+100	16+200	0	0	0	-
16+200	16+300	0	0	0	-
16+300	16+400	0	0	0	-
16+400	16+500	0	0	0	-
16+500	16+600	0	0	0	-
16+600	16+700	0	0	0	-
16+700	16+800	0	0	0	-
16+800	16+900	0	0	0	-

Progresiva		Clasificación de materiales			Talud de corte recomendado
Inicio	Fin	Material suelto	Roca Suelta	Roca Fija	
16+900	17+000	0	0	0	-
17+000	17+100	0	0	0	-
17+100	17+200	0	0	0	-
17+200	17+300	0	0	0	-
17+300	17+400	0	0	0	-
17+400	17+500	0	0	0	-
17+500	17+600	0	0	0	-
17+600	17+700	0	0	0	-
17+700	17+800	0	0	0	-
17+800	17+900	0	0	0	-
17+900	18+000	0	0	0	-
18+000	18+100	0	0	0	-
18+100	18+200	0	0	0	-
18+200	18+300	0	0	0	-
18+300	18+400	0	0	0	-
18+400	18+500	0	0	0	-
18+500	18+600	0	0	0	-
18+600	18+700	0	0	0	-
18+700	18+800	0	0	0	-
18+800	18+900	0	0	0	-
18+900	19+000	0	0	0	-
19+000	19+100	0	0	0	-
19+100	19+200	0	0	0	-
19+200	19+300	0	0	0	-
19+300	19+400	0	0	0	-
19+400	19+500	0	0	0	-
19+500	19+600	0	0	0	-
19+600	19+700	0	0	0	-
19+700	19+800	0	0	0	-

Entre las progresivas 00+000 - 00+700, 01+500 - 01+900, 02+900 - 10+700, 11+700 - 12+800, 13+400 - 19+800 no se han identificado materiales que requieran diseño de taludes, lo cual sugiere estabilidad en esas zonas. Sin embargo, en las progresivas 00+800 – 01+400, 02+000 – 02+800, 10+800 – 11+600, 12+900 – 13+400, se reporta una composición del 50%, 20% del material suelto, 30% y 40% de roca suelta y 20% y 40% de roca fija. En estos sectores se recomienda una pendiente de talud de 1V:4H y 1V:5H lo que implica la necesidad de taludes tendidos para mantener la estabilidad.

3.7. HIDRÀULICA

3.7.1. Alcantarillas

La evaluación hidráulica se desarrolló tomando en cuenta los criterios técnicos.

3.7.1.1. Rugosidades compuestas

Se identificaron casos en los que las alcantarillas presentaban materiales distintos en contacto con el flujo, lo que implicó el uso de rugosidades compuestas. Esta condición se da en estructuras donde el fondo se encuentra colmatado con sedimentos o presenta desgaste, mientras que las paredes mantienen su material original (como concreto o acero corrugado).

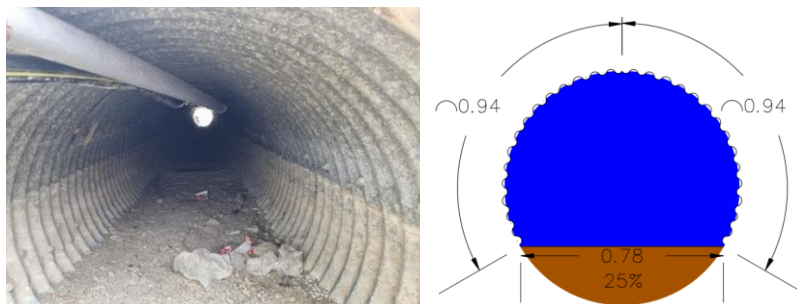
Para representar adecuadamente el comportamiento hidráulico de estas secciones, se aplicó el método de rugosidad compuesta (ecuación 49), considerando los coeficientes de Manning individuales ponderados por la longitud de cada superficie en contacto con el flujo. A continuación, se presentan algunos ejemplos representativos evaluados en campo.

EJEMPLO N°1 – TMC DE 36”- ALC 00+606

Datos:

Diámetro $D=36'' = 0.9 \text{ m}$; Porcentaje de obstrucción = 25%; n de paredes $n = 0.026$; n de fondo $n=0.030$.

Esquema representativo



Solución:

1.- Aplicamos la ecuación 49:

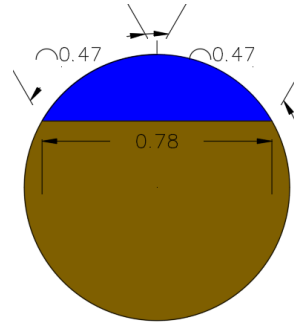
$$n_c = \left[\frac{0.78 \cdot 0.030^{\frac{1}{5}} + (0.94 \cdot 2) \cdot 0.026^{\frac{1}{5}}}{0.78 + 0.94 \cdot 2} \right]^{2/3} \quad n_c = 0.027$$

EJEMPLO N°2 – TMC DE 36”- ALC 13+621

Datos:

Diámetro D=36” = 0.9 m ; Porcentaje de obstrucción = 75% ; n de paredes = 0.026; n de fondo n=0.030.

Esquema representativo



Solución:

1.- Aplicamos la ecuación 49:

$$n_c = \left[\frac{0.90 \cdot 0.030^{\frac{1}{5}} + (0.47 \cdot 2) \cdot 0.026^{\frac{1}{5}}}{0.90 + 0.47 \cdot 2} \right]^{2/3} \quad n_c = 0.028$$

3.7.1.2.Capacidad hidráulica

En este ítem analizaremos la capacidad hidráulica de las alcantarillas presentes en el tramo de estudio, con el objetivo de verificar si las estructuras existentes son adecuadas para transportar los caudales de diseño previstos, o si requieren ampliaciones o reemplazos para asegurar un buen funcionamiento. Se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

1. **Caudal de Diseño:** El cálculo del caudal de diseño para cada estructura se ha realizado considerando los flujos máximos esperados en la zona. Se ha estimado el caudal de diseño utilizando métodos hidrológicos como el Método Racional.

2. **Condición Actual de las Alcantarillas:** Cada una de las alcantarillas ha sido evaluada en cuanto a su condición estructural visualmente, su capacidad funcional para evacuar los caudales estimados y sus dimensiones.
3. **Diseño Hidráulico de las Alcantarillas:** Se ha desarrollado un diseño hidráulico detallado para cada alcantarilla, considerando el tipo de sección (rectangular, circular, abovedada, etc.), el material de construcción (TMC, MCA, hormigón armado, etc.), y su pendiente. Los cálculos incluyen la verificación de la capacidad de conducción y las condiciones de entrada y salida de las alcantarillas.
4. **Recomendaciones:** En los casos donde se ha identificado que las alcantarillas no cumplen con las exigencias hidráulicas o presentan problemas de capacidad, se propone el redimensionamiento de las estructuras, incluyendo aumentos en la sección o modificaciones en la pendiente.

A continuación, se presentan tres ejemplos representativos del comportamiento hidráulico de alcantarillas, que ilustran diferentes condiciones de funcionamiento según el estado interno de la estructura. Estos ejemplos permiten analizar el efecto que tiene la presencia de sedimentos u obstrucciones en la capacidad de conducción de caudal, y cómo estas condiciones influyen en la determinación del tipo de flujo que se presenta en la alcantarilla.

Cada uno de estos casos ha sido desarrollado con base en datos reales, considerando el análisis del tirante de entrada y salida, el tirante crítico, la pendiente crítica, y la verificación de las condiciones necesarias para clasificar el tipo de flujo.

Los casos representativos para evaluar son:

- **Ejemplo N.º 1: Tubería limpia**

En este caso, la tubería se encuentra libre de obstrucciones y en condiciones normales de operación, permitiendo el paso del caudal por toda la el conducto.

- **Ejemplo N.º 2: Tubería parcialmente obstruida (funciona al 50%)**

La tubería presenta una acumulación de sedimentos que ocupa aproximadamente la mitad de la sección. Se evalúa el comportamiento hidráulico considerando solo la sección disponible para el flujo.

- **Ejemplo N.º 3: Tubería severamente obstruida (funciona al 25%)**

En esta condición, la acumulación de material sedimentado reduce considerablemente la capacidad útil del conducto, permitiendo solo el paso del flujo por una cuarta parte de la sección total.

Cada ejemplo será resuelto siguiendo el mismo procedimiento, lo cual permitirá establecer comparaciones entre los tres casos y comprender el impacto que tiene el estado de conservación de la tubería sobre su rendimiento hidráulico y el tipo de flujo que se desarrolla.

EJEMPLO N°1 – TMC DE 36”- ALC 02+150

Datos:

Diámetro $D=36'' = 0.9 \text{ m}$

Tirantes $Y_1=0.45 \text{ m}$ ^ $Y_4=0.30 \text{ m}$ -- Datos tomados de campo

$n = 0.027$

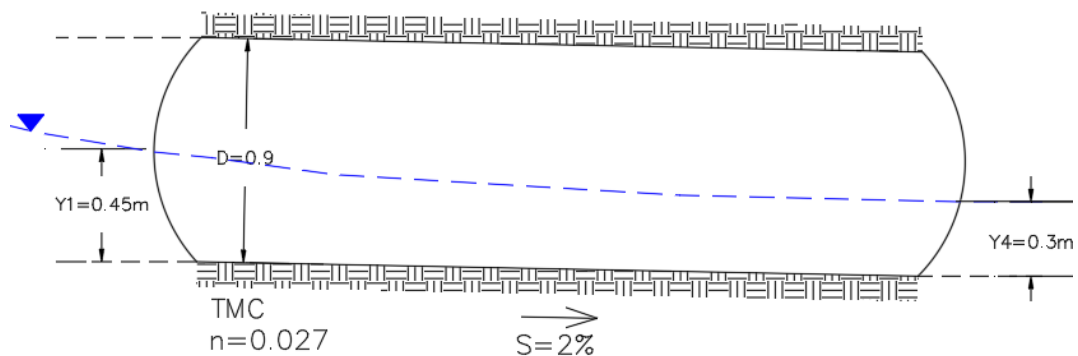
$Q_{\text{hidrológico}} = 0.352 \text{ m}^3/\text{seg}$

Fotos de campo y esquema representativo

Tirante en entrada



Tirante en salida



Solución:

1.- Hallamos el tirante crítico Y_c , aplicamos la ecuación 43.

$$Y_c = \frac{1.01}{D^{0.26}} \times \left(\frac{Q^2}{g} \right)^{0.25} ; \quad Y_c = \frac{1.01}{0.9^{0.26}} \times \left(\frac{0.352^2}{9.81} \right)^{0.25} = 0.3480 \text{ m}$$

2.- Calculamos la pendiente crítica S_c , despejamos de la ecuación de 50.

$$S_c = \left(\frac{n \times Q}{A \times R_h^{2/3}} \right)^2$$

Aplicamos ecuaciones de la Figura 10.

$$\theta = 2 \arccos \left(\frac{r - Y_c}{r} \right) ; \quad \theta = 2 \arccos \left(\frac{0.45 - 0.3480}{0.45} \right) = 2.6843 \text{ rad}$$

$$A = \frac{r^2}{2} \times (\theta \text{ rad} - \sin(\theta)) ; \quad A = \frac{0.45^2}{2} \times (2.68 - \sin(2.68 * 180/\pi)) = 0.2271 \text{ m}^2$$

$$P = r * \theta ; \quad P = 0.45 * 2.6843 ; \quad P = 1.2079 \text{ m}$$

$$R_h = \frac{A}{P} ; \quad R_h = \frac{0.2271 \text{ m}^2}{1.2079 \text{ m}} ; \quad R_h = 0.1880 \text{ m}$$

Entonces:

$$S_c = \left(\frac{n \times Q}{A \times R_h^{2/3}} \right)^2 ; \quad S_c = \left(\frac{0.027 \times 0.352}{0.2271 \times 0.1880^{2/3}} \right)^2 ; \quad S_c = 0.0163$$

*Condición de la tubería: Toda la tubería está limpia.

3.- Verificación de condiciones

Entonces, si sabemos que $D=0.9$ y tenemos que:

$$S_c = 0.0163 \quad Y_1 = 0.45 \text{ m} \quad Y_c = 0.3480 \text{ m}$$

Verificamos si cumple, según las condiciones de la Figura 17

$$\frac{Y_1}{D} > 1 \quad \frac{Y_1}{D} = \frac{0.45}{0.9} = 0.5 \quad \text{FALSO}$$

Verificamos si cumple:

$$\frac{Y_1}{D} \geq 1.5 \quad \frac{Y_1}{D} = \frac{0.45}{0.9} = 0.5 \quad \text{FALSO}$$

Verificamos si cumple:

$$\frac{Y_4}{Y_c} < 1 \quad \frac{Y_4}{Y_c} = \frac{0.30}{0.3480} = 0.8621 \quad \text{VERDADERO}$$

Verificamos si cumple:

$$S_o < S_c \quad 0.02 < 0.0163 \quad \text{FALSO}$$

4.- Definir el tipo de flujo, según la Figura 17

De acuerdo con las condiciones del ítem 3 y el gráfico de la Figura 17 podemos deducir que se cumple que el flujo que pasa por la alcantarilla es un **FLUJO TIPO 1**.

EJEMPLO N°2 – TMC DE 36”- ALC 01+008

Datos:

Diámetro total $D=36'' = 0.9 \text{ m}$

Sedimento acumulado $h_{sed}=0.45 \text{ m}$

Tirantes $Y_1=0.6 \text{ m}$ ^ $Y_4=0.5 \text{ m}$ -- Datos tomados de campo

Parte útil del tirante $h = Y_1 - h_{sed} = 0.15 \text{ m}$

$n = 0.028$

$Q_{hidrológico} = 0.537 \text{ m}^3/\text{seg}$

*Nota: La tubería está con material sedimentado que ocupa la $\frac{1}{2}$ de la misma.

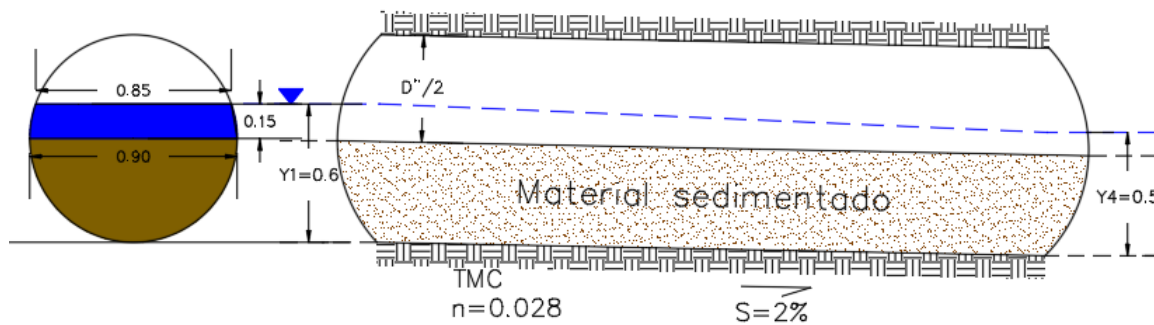
Esquema representativo

Tirante en entrada



Tirante en salida





Solución:

1.- Hallamos el tirante crítico Y_c .

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{Ac^3}{T_c}$$

Se utilizarán las fórmulas de la Figura 10, para hallar el área y ancho superficial.

$$\theta = 2\arccos\left(\frac{r-Y_c}{r}\right) ; \quad A = \frac{r^2}{2} \times (\theta \text{ rad} - \sin(\theta)) ; \quad T = 2 * r * \text{Sen}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Sustituimos en:

$$Q^2 = \frac{g * Ac^3}{T_c}$$

$$0.537^2 = \frac{9.81 * \left(\frac{0.45^2}{2}\right) \times \left(2\arccos\left(\frac{0.45 - Y_c}{0.45}\right) - \sin\left(2\arccos\left(\frac{0.45 - Y_c}{0.45}\right)\right)\right)^3}{2 * 0.45 * \text{Sen}\left(\frac{2\arccos\left(\frac{0.45 - Y_c}{0.45}\right)}{2}\right)}$$

Para hallar el tirante crítico iteraremos y para ello utilizaremos el software Matlab, teniendo como resultado:

$$Y_c = 0.4275 \text{ m}$$

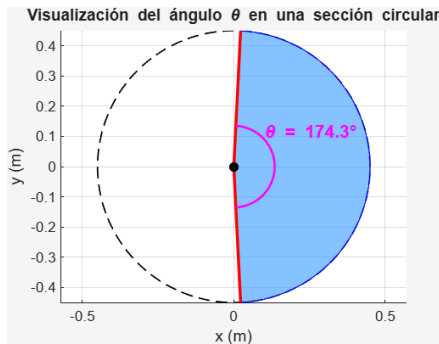
Podemos concluir que el tirante crítico se encuentra por encima del sedimento.

2.- Calculamos la pendiente crítica S_c

$$S_c = \left(\frac{n * Q}{A * R_h^{2/3}}\right)^2$$

Aplicamos ecuaciones de la Figura 10.

$$\theta = 2\arccos\left(\frac{r-Y_c}{r}\right) \quad ; \quad \theta = 2\arccos\left(\frac{0.45-0.4275}{0.45}\right) = 3.0415 \text{ rad} = 174.27^\circ$$



$$A = \frac{r^2}{2} \times (\theta \text{ rad} - \text{sen}(\theta)) \quad ; \quad A = \frac{0.45^2}{2} \times (3.0415 - \text{sen}(3.04 \times 180/\pi)) = 0.2978 \text{ m}^2$$

$$T = 2 * r * \text{Sen}\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad ; \quad T = 2 * 0.45 * \text{Sen}\left(\frac{3.0415}{2}\right) = 0.8989 \text{ m}$$

$$P = r * \theta \quad ; \quad P = 0.45 * 3.0415 = 1.3687 \text{ m}$$

$$R_H = A/P \quad ; \quad R_H = 0.2978/1.3687 = 0.2176 \text{ m}$$

Entonces:

$$S_C = \left(\frac{n \times Q}{A \times R_h^{2/3}}\right)^2 \quad ; \quad S_C = \left(\frac{0.028 \times 0.537}{0.2978 \times 0.2176^{2/3}}\right)^2 \quad ; \quad S_C = 0.0195$$

*Condición de la tubería: En la tubería la mitad está sedimentado.

3.- Verificación de condiciones

$$S_C = 0.0195 \quad Y_1 = 0.15 \text{ m} \quad Y_C = 0.4275 \text{ m} \quad Y_4 = 0.05 \text{ m}$$

Verificamos si cumple:

$$\frac{Y_1}{H} > 1 \quad \frac{Y_1}{H} = \frac{0.15}{0.45} = 0.33 \quad \text{FALSO}$$

Verificamos si cumple:

$$\frac{Y_1}{H} \leq 1.5 \quad \frac{Y_1}{H} = \frac{0.15}{0.45} = 0.33 \quad \text{VERDADERO}$$

Verificamos si cumple:

$$\frac{Y_4}{Y_C} < 1 \quad \frac{Y_4}{Y_C} = \frac{0.05}{0.4275} = 0.1170 \quad \text{VERDADERO}$$

Verificamos si cumple:

$$\frac{Y_4}{H} \leq 1 \quad \frac{Y_4}{H} = \frac{0.05}{0.45} = 0.111$$

VERDADERO

Verificamos si cumple:

$$S_o < S_c \quad 0.02 < 0.0195$$

FALSO

4.- Definir el tipo de flujo, según la Figura 17

De acuerdo con las condiciones del ítem 3 y el gráfico de la Figura 17 podemos deducir que se cumple que el flujo que pasa por la alcantarilla es un **FLUJO TIPO 1**.

EJEMPLO N°3 – TMC DE 36”- ALC 13+621

Datos:

Diámetro $D=36'' = 0.9 \text{ m}$

Tirantes $Y_1=0.75 \text{ m}$ ^ $Y_4=0.70 \text{ m}$

$n = 0.028$

$Q_{hidrológico} = 0.656 \text{ m}^3/\text{seg}$

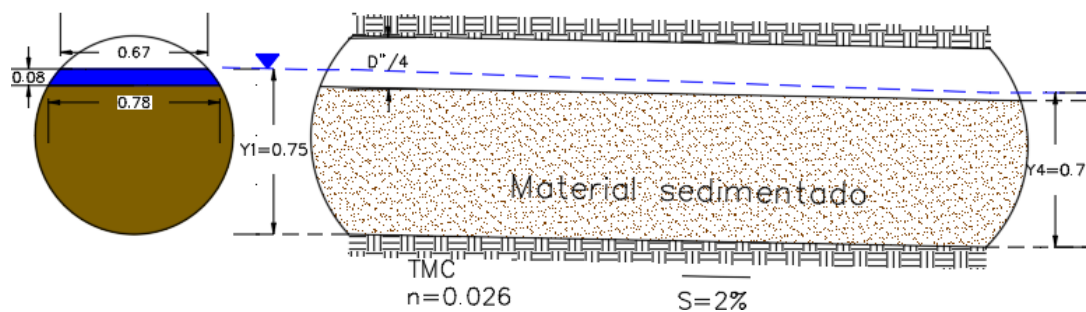
*Nota: La tubería está con material sedimentado que ocupa la 3/4 de la misma.

Esquema representativo

Tirante en entrada



Tirante en salida



Solución:

1.- Hallamos el tirante crítico Y_c , en sección trapezoidal.

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{Ac^3}{T_c}$$

Se utilizarán las fórmulas de la Figura 10, para hallar el área y ancho superficial.

$$\theta = 2\text{arcCos}\left(\frac{r-Y_c}{r}\right) \quad ; \quad A = \frac{r^2}{2} \times (\theta \text{rad} - \text{sen}(\theta)) \quad ; \quad T = 2 * r * \text{Sen}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Sustituimos en:

$$Q^2 = \frac{g * Ac^3}{T_c}$$
$$0.656^2 = \frac{9.81 * \left(\frac{0.45^2}{2} \times \left(2\text{arcCos}\left(\frac{0.45 - Y_c}{0.45}\right) - \text{sen}\left(2\text{arcCos}\left(\frac{0.45 - Y_c}{0.45}\right)\right)\right)^3}{2 * 0.45 * \text{Sen}\left(\frac{2\text{arcCos}\left(\frac{0.45 - Y_c}{0.45}\right)}{2}\right)}$$

Para hallar el tirante critico iteraremos y para ello utilizaremos el software Matlab, teniendo como resultado:

$$Y_c = 0.4747 \text{ m}$$

Podemos concluir que el tirante crítico se encuentra por encima del sedimento y sobrepasa la altura útil.

2.- Calculamos la pendiente crítica S_c

$$S_c = \left(\frac{n \times Q}{A \times R_h^{2/3}}\right)^2$$

Aplicamos ecuaciones de la Figura 10.

$$\theta = 2\text{arcCos}\left(\frac{r-Y_c}{r}\right) \quad ; \quad \theta = 2\text{arcCos}\left(\frac{0.45-0.4747}{0.45}\right) = 3.2514 \text{ rad} = 186.29^\circ$$

$$A = \frac{r^2}{2} \times (\theta \text{rad} - \text{sen}(\theta)) \quad ; \quad A = \frac{0.45^2}{2} \times (3.2514 - \text{sen}(3.25 * 180/\pi)) = 0.3403 \text{ m}^2$$

$$T = 2 * r * \text{Sen}\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad ; \quad T = 2 * 0.45 * \text{Sen}\left(\frac{3.2514}{2}\right) = 0.8986 \text{ m}$$

$$P = r * \theta \quad ; \quad P = 0.45 * 3.2514 = 1.4631 \text{ m}$$

$$R_H = A/P \quad ; \quad R_H = 0.3403/1.4631 = 0.2326 \text{ m}$$

Entonces:

$$S_C = \left(\frac{n \times Q}{A \times R_H^{2/3}} \right)^2 \quad ; \quad S_C = \left(\frac{0.028 \times 0.656}{0.3403 \times 0.2326^{2/3}} \right)^2 \quad ; \quad S_C = 0.0204$$

*Condición de la tubería: En la tubería la mitad está sedimentado.

3.- Verificación de condiciones

$$S_C = 0.0204 \quad Y_1 = 0.08 \text{ m} \quad Y_C = 0.4747 \text{ m} \quad Y_4 = 0.025 \text{ m}$$

Verificamos si cumple:

$$\frac{Y_1}{H} > 1 \quad \frac{Y_1}{H} = \frac{0.08}{0.225} = 0.3556 \quad \text{FALSO}$$

Verificamos si cumple:

$$\frac{Y_1}{H} \leq 1.5 \quad \frac{Y_1}{H} = \frac{0.08}{0.225} = 0.3556 \quad \text{VERDADERO}$$

Verificamos si cumple:

$$\frac{Y_4}{Y_C} < 1 \quad \frac{Y_4}{Y_C} = \frac{0.025}{0.3360} = 0.0527 \quad \text{VERDADERO}$$

Verificamos si cumple:

$$\frac{Y_4}{H} \leq 1 \quad \frac{Y_4}{H} = \frac{0.025}{0.225} = 0.111 \quad \text{VERDADERO}$$

Verificamos si cumple:

$$S_o < S_C \quad 0.02 < 0.0204 \quad \text{VERDADERO}$$

4.- Definir el tipo de flujo, según la Figura 17

De acuerdo con las condiciones del ítem 3 y el gráfico de la Figura 17 podemos deducir que se cumple que el flujo que pasa por la alcantarilla es un **FLUJO TIPO 2**.

En el anexo 3 se detalla el diseño hidráulico de cada una de las alcantarillas que están ubicadas en todo el tramo de la carretera, con sus respectivas dimensiones, cálculos de caudal y resultados de la evaluación hidráulica.

3.7.1.3. Socavación en alcantarillas

Con el fin de evaluar la magnitud del flujo que ha ocasionado la socavación observada en la salida de determinadas alcantarillas, se aplicó la metodología propuesta por Breusers y Raudkivi, que relaciona la profundidad máxima de socavación con el caudal incidente, las características granulométricas del lecho y la geometría de la obra.

Para cada caso de estudio, se emplearon datos obtenidos en campo (profundidad máxima de socavación $d_{\max}$, dimensiones de la alcantarilla y mediciones granulométricas) y se calculó el diámetro medio de partícula D_{50} mediante análisis de tamizado. Este valor, expresado en metros, se incorporó en la ecuación:

$$Q = \sqrt{\left(\frac{d_{\max}}{k}\right)^3 g D_{50}^{1.5} b^2}$$

donde:

Q = caudal generador de socavación (m^3/s)

$d_{\max}$ = profundidad máxima de socavación observada (m)

k = coeficiente empírico (adimensional)

D_{50} = diámetro medio del material del lecho (m)

b = ancho o diámetro hidráulico de la estructura (m)

En la Tabla 19 se presentan los valores calculados para cada estructura evaluada. La interpretación de estos resultados permite asociar eventos de caudal relativamente moderados con daños significativos cuando el material del lecho es fino y no protegido.

Tabla 19: Cálculo de caudales que generan erosión e la salida de alcantarilla

Ubicación (Km)	Material del fondo	Dimensiones			Altura de erosión $d_{\max}$ (m)	Diámetro medio D_{50} mm	Ancho de alcantarilla b (m)	Coef. Empírico k	Caudal que erosiona m^3/seg	Caudal que erosiona Lt/seg	Caudal Q hidrológico m^3/seg	Condición
		D(m)	H(m)	A(m)								
1+412.00	Grava o AF	0.9			0.5	0.1679	0.9	0.45	0.00487	4.87076	0.630	Sal. Erosionada
14+147.00	Grava o AF		1.5	4.5	0.45	5.4859	4.5	0.45	0.28411	284.1083	10.579	Sal. Erosionada
14+664.00	Grava o AF		1	1	0.2	5.4859	1.0	0.45	0.01871	18.7067	3.443	Sal. Erosionada
18+395.00	Grava o AF	1.2			0.6	6.2956	1.2	0.45	0.12933	129.3313	0.984	Sal. Erosionada

3.7.2. Badenes

La evaluación hidráulica se desarrolló tomando en cuenta los criterios técnicos.

3.7.2.1.Capacidad hidráulica

La capacidad hidráulica de los badenes es un factor clave para garantizar que estas estructuras sean capaces de manejar los caudales generados por las precipitaciones y evitar la acumulación de agua en la superficie vial. Para su diseño, se deben considerar diversos factores como el caudal hidrológico, las características geométricas del badén, y las propiedades del flujo en la sección, que deben ser evaluados según los métodos hidráulicos apropiados, como la fórmula de Manning.

Se presenta el cálculo de la capacidad hidráulica del badén:

Tabla 20: Capacidad hidráulica de badenes

Código	Progresiva (km)	CARACTERÍSTICAS			CÁLCULOS HIDRÁULICOS POR MANNING.													Verificación
		Ancho (A_m)	Longitud (L_m)	Caudal Hidrológico Qh (m³/s)	Rugosidad (n)	Pendiente transversal (S)	Pendiente Longitudinal (S _L)	Profundidad Máxima (H_m)	Borde Libre (BL_m)	Tirante (y_m)	Talud (Z)	Área hidráulica (m²)	Perímetro Mojado (m)	Radio Hidráulico (m)	Caudal de Diseño (m³/s)	Velocidad (m/s)	Espejo de agua (T_m)	
Bad-01	4+374	9.0	65.0	2.478	0.015	2.0%	1.54%	0.50	0.20	0.30	65	16.25	65.01	0.25	60.80	3.74	39.00	CUMPLE

3.7.3. Cunetas

La evaluación hidráulica se desarrolló tomando en cuenta los criterios técnicos.

3.7.3.1.Rugosidades compuestas

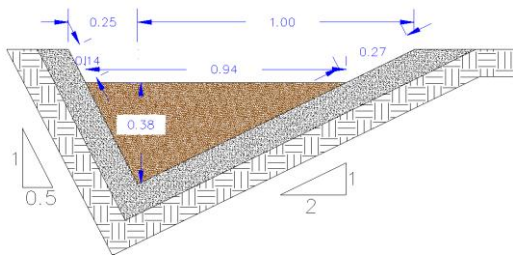
Se identificaron casos en los que las cunetas presentaban materiales distintos en contacto con el flujo, lo que implicó el uso de rugosidades compuestas. Esta condición se da en estructuras donde el fondo se encuentra colmatado con sedimentos o presenta desgaste, mientras que las paredes mantienen su material original (como concreto o mampostería).

Para representar adecuadamente el comportamiento hidráulico de estas secciones, se aplicó el método de rugosidad compuesta (ecuación 49), considerando los coeficientes de Manning individuales ponderados por la longitud de cada superficie en contacto con el flujo. A continuación, se presentan algunos ejemplos representativos evaluados en campo.

EJEMPLO N°1 – TRAMO 00+309 – 00+416

Sección de cuneta = Triangular ; n de paredes = 0.015; n de fondo =0.030

Esquema representativo



Solución:

1.- Aplicamos la ecuación 49:

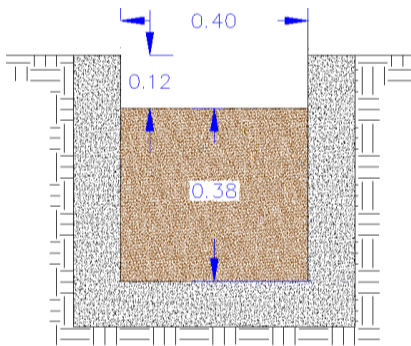
$$n_c = \left[\frac{0.94 * 0.030^{\frac{1}{5}} + (0.14 + 0.27) * 0.015^{\frac{1}{5}}}{0.94 + 0.14 + 0.27} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$n_c = 0.026$$

EJEMPLO N°2 – TRAMO 14+035 – 14+136

Sección de cuneta = Rectangular ; n de paredes = 0.018; n de fondo = 0.030

Esquema representativo



Solución:

1.- Aplicamos la ecuación 49:

$$n_c = \left[\frac{0.40 * 0.030^{\frac{1}{5}} + (0.12 * 2) * 0.018^{\frac{1}{5}}}{0.40 + 0.12 * 2} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$n_c = 0.026$$

3.7.3.2.Capacidad hidráulica

La capacidad hidráulica de las cunetas es un factor crucial para garantizar la evacuación eficiente de las aguas pluviales que discurren por los márgenes de la vía, evitando inundaciones, erosión en los taludes y deterioro de la estructura de la plataforma vial. Un diseño adecuado de estas estructuras permite mantener la transitabilidad y prolongar la vida útil del pavimento.

Durante el trabajo de campo, se identificaron **12 tipos distintos de cunetas** distribuidas a lo largo del tramo en evaluación, las cuales presentan secciones **triangulares, trapezoidales, rectangulares y parabólicas**, cada una con dimensiones variables según el sector.

A partir del reconocimiento in situ, se observó que en varios tramos las cunetas se encuentran parcial o totalmente **obstruidas por sedimentos**, estimándose que **en algunos casos el nivel de colmatación alcanza hasta el 75% de la altura útil** de la sección hidráulica. Esta condición compromete significativamente su capacidad de conducción y, por ende, la eficiencia del sistema de drenaje.

Por esta razón, en el presente estudio se han elaborado gráficos comparativos para cada tipo de cuneta, mostrando **tanto su sección original de diseño como su sección actual afectada por el sedimento**, a fin de visualizar el impacto real en la capacidad hidráulica. Además, en la **Tabla N° 48** se detallan los tramos donde se ha verificado la presencia de sedimentos, clasificándolos según su condición actual.

Esta evaluación gráfica y cuantitativa permite sustentar de forma técnica la necesidad de limpieza, rediseño o eventual reemplazo de aquellas cunetas cuya capacidad hidráulica se ha visto disminuida por el material acumulado, asegurando así una respuesta adecuada frente a los caudales pluviales del área.

Tabla 21: Dimensiones de cunetas existentes.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Z1 =	-	2.10	2.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-
Z2 =	-	0.50	0.50	0.50	-	0.50	-	-	-	-	-	-
d (m) =	0.55	0.50	0.50	0.30	0.90	0.35	0.55	0.50	0.40	0.65	0.70	0.20
b (m) =	0.55	-	-	0.40	1.10	-	0.60	0.40	0.45	0.80	0.70	0.80
a (m) =	-	1.05	1.00	0.40	-	0.70	-	-	-	-	-	-
c (m) =	-	0.25	0.25	0.15	-	0.17	-	-	-	-	-	-
n =	0.014	0.014	0.014	0.014	0.030	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
	Concreto	Concreto	Concreto	Mampostería	Tierra	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto	Concreto

Donde la cuneta I, V, VII, VIII, IX, X, XI son cunetas rectangulares; II, III, VI, cunetas triangulares; IV cuneta trapezoidal y XII cuneta parabólica.

Para el cálculo del área de aporte hacia las cunetas, se analizaron 10 casos distintos, considerando longitudes de descarga que varían entre 50 m y 500 m. El área tributaria se determinó multiplicando la longitud de cuneta por el ancho de captación, el cual fue estimado en función de las características topográficas de cada tramo.

El caudal total fue estimado mediante el método racional, el caudal específico se calculó dividiendo el caudal total entre la longitud de cuneta correspondiente a cada caso, con la finalidad de conocer el caudal por metro lineal de cuneta.

Finalmente, se presentan tablas detalladas con el caudal de diseño de cada cuneta, según su área de drenaje correspondiente, considerando la información hidrológica, topográfica y de campo recolectada. 1,3,7,15,17,18,21,25,27.

Tabla 22: Caudal de diseño de cunetas – AD -1 y AD -3 .

Coef. descarga	Intensidad Tr=30	Longitud cuneta	Área tributaria	Caudal específico	Caudal total	Coef. descarga	Intensidad Tr=30 años	Longitud cuneta	Área tributaria	Caudal específico	Caudal total
C	(mm/hr)	(km)	(km ²)	(l/s/m)	(m ³ /s)	C	(mm/hr)	(km)	(km ²)	(l/s/m)	(m ³ /s)
0.45	47.13	0.050	0.056	6.63	0.332	0.45	47.13	0.050	0.045	5.28	0.264
		0.100	0.113	6.63	0.663			0.100	0.090	5.28	0.528
		0.150	0.169	6.63	0.995			0.150	0.134	5.28	0.792
		0.200	0.225	6.63	1.327			0.200	0.179	5.28	1.055
		0.250	0.281	6.63	1.658			0.250	0.224	5.28	1.319
		0.300	0.338	6.63	1.990			0.300	0.269	5.28	1.583
		0.350	0.394	6.63	2.322			0.350	0.313	5.28	1.847
		0.400	0.450	6.63	2.653			0.400	0.358	5.28	2.111
		0.450	0.506	6.63	2.985			0.450	0.403	5.28	2.375
		0.500	0.563	6.63	3.316			0.500	0.448	5.28	2.638

Tabla 23: Caudal de diseño de cunetas – AD -7 y AD -15.

Coef. descarga	Intensidad Tr=30	Longitud cuneta	Área tributaria	Caudal específico	Caudal total	Coef. descarga	Intensidad Tr=30	Longitud cuneta	Área tributaria	Caudal específico	Caudal total
C	(mm/hr)	(km)	(km ²)	(l/s/m)	(m ³ /s)	C	(mm/hr)	(km)	(km ²)	(l/s/m)	(m ³ /s)
0.45	47.13	0.050	0.016	1.89	0.094	0.50	47.13	0.050	0.044	5.71	0.285
		0.100	0.032	1.89	0.189			0.100	0.087	5.71	0.571
		0.150	0.048	1.89	0.283			0.150	0.131	5.71	0.856
		0.200	0.064	1.89	0.377			0.200	0.174	5.71	1.141
		0.250	0.080	1.89	0.472			0.250	0.218	5.71	1.426
		0.300	0.096	1.89	0.566			0.300	0.261	5.71	1.712
		0.350	0.112	1.89	0.660			0.350	0.305	5.71	1.997
		0.400	0.128	1.89	0.755			0.400	0.348	5.71	2.282
		0.450	0.144	1.89	0.849			0.450	0.392	5.71	2.568
		0.500	0.160	1.89	0.943			0.500	0.436	5.71	2.853

Tabla 24: Caudal de diseño de cunetas – AD -17 y AD -18.

Coef. descarga	Intensidad Tr=30	Longitud cuneta	Área tributaria	Caudal específico	Caudal total	Coef. descarga	Intensidad Tr=30	Longitud cuneta	Área tributaria	Caudal específico	Caudal total
C	(mm/hr)	(km)	(km ²)	(l/s/m)	(m ³ /s)	C	(mm/hr)	(km)	(km ²)	(l/s/m)	(m ³ /s)
0.74	47.13	0.050	0.021	4.05	0.203	0.74	47.13	0.050	0.034	6.62	0.331
		0.100	0.042	4.05	0.405			0.100	0.068	6.62	0.662
		0.150	0.063	4.05	0.608			0.150	0.102	6.62	0.993
		0.200	0.084	4.05	0.811			0.200	0.137	6.62	1.324
		0.250	0.105	4.05	1.013			0.250	0.171	6.62	1.656
		0.300	0.125	4.05	1.216			0.300	0.205	6.62	1.987
		0.350	0.146	4.05	1.418			0.350	0.239	6.62	2.318
		0.400	0.167	4.05	1.621			0.400	0.273	6.62	2.649
		0.450	0.188	4.05	1.824			0.450	0.307	6.62	2.980
		0.500	0.209	4.05	2.026			0.500	0.342	6.62	3.311

Tabla 25: Caudal de diseño de cunetas – AD -21 y AD-25.

Coef. descarga C	Intensidad Tr=30 (mm/hr)	Longitud cuneta (km)	Área tributaria (km ²)	Caudal especifico (l/s/m)	Caudal total (m ³ /s)	Coef. descarga C	Intensidad Tr=30 (mm/hr)	Longitud cuneta (km)	Área tributaria (km ²)	Caudal especifico (l/s/m)	Caudal total (m ³ /s)
0.55	47.13	0.050	0.061	8.86	0.443	0.60	47.13	0.050	0.107	16.89	0.845
		0.100	0.123	8.86	0.886			0.100	0.215	16.89	1.689
		0.150	0.184	8.86	1.328			0.150	0.322	16.89	2.534
		0.200	0.246	8.86	1.771			0.200	0.430	16.89	3.379
		0.250	0.307	8.86	2.214			0.250	0.537	16.89	4.223
		0.300	0.369	8.86	2.657			0.300	0.645	16.89	5.068
		0.350	0.430	8.86	3.100			0.350	0.752	16.89	5.913
		0.400	0.492	8.86	3.543			0.400	0.860	16.89	6.758
		0.450	0.553	8.86	3.985			0.450	0.967	16.89	7.602
		0.500	0.615	8.86	4.428			0.500	1.075	16.89	8.447

Tabla 26: Caudal de diseño de cunetas – AD -27.

Coef. descarga C	Intensidad Tr=30 (mm/hr)	Longitud cuneta (km)	Área tributaria (km ²)	Caudal especifico (l/s/m)	Caudal total (m ³ /s)
0.50	47.13	0.050	0.083	10.93	0.547
		0.100	0.167	10.93	1.093
		0.150	0.250	10.93	1.640
		0.200	0.334	10.93	2.187
		0.250	0.417	10.93	2.733
		0.300	0.501	10.93	3.280
		0.350	0.584	10.93	3.827
		0.400	0.668	10.93	4.373
		0.450	0.751	10.93	4.920
		0.500	0.835	10.93	5.467

Tabla 27: Capacidad hidráulica de cunetas existentes

	Progresiva		Long.	Tipo	Margen	Tirante	S	Área	Perimetro	RH	R ^{2/3}	Vel.	Q m3/s	Material	Q m3/s	Condición
	Inicio	Fin	m.	Cun.		cm.	%	m ²	m			m/s	Hidráulico		Hidrológico	
AREA DE DRENAJE - 1	00+000	00+034	34.00	VII	I	45.00	1.12%	0.27	1.50	0.180	0.319	2.50	0.675	Concreto	0.226	OK
	00+083	00+034	49.00	I	I	45.00	1.12%	0.25	1.45	0.171	0.308	2.41	0.597	Concreto	0.325	OK
	00+202	00+114	88.00	II	I	45.00	3.98%	0.26	1.55	0.170	0.307	4.53	1.193	Concreto	0.584	OK
	00+294	00+212	82.00	III	I	45.00	3.62%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.29	1.085	Concreto	0.544	OK
	00+416	00+309	107.00	III	I	12.00	3.62%	0.13	1.34	0.097	0.212	1.55	0.203	Concreto	0.710	Cap. insuficiente
	00+604	00+759	155.00	III	I	45.00	2.93%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.86	0.976	Concreto	1.028	Cap. insuficiente
	00+771	00+868	97.00	III	I	45.00	4.96%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.02	1.270	Concreto	0.643	OK
	00+876	01+006	130.00	III	I	45.00	4.96%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.02	1.270	Concreto	0.862	OK
	01+009	01+090	81.00	III	I	45.00	3.59%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.27	1.080	Concreto	0.537	OK
	01+093	01+161	68.00	III	I	45.00	1.94%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.14	0.794	Concreto	0.451	OK
	01+176	01+300	124.00	III	I	45.00	1.65%	0.25	1.51	0.168	0.304	2.89	0.732	Concreto	0.822	Cap. insuficiente
	01+300	01+340	40.00	III	I	45.00	1.65%	0.25	1.51	0.168	0.304	2.89	0.732	Concreto	0.265	OK
	01+345	01+410	65.00	III	I	45.00	2.14%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.30	0.834	Concreto	0.431	OK
	01+414	01+509	95.00	III	I	45.00	3.43%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.17	1.056	Concreto	0.630	OK
	01+515	01+531	16.00	III	I	45.00	3.43%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.17	1.056	Concreto	0.106	OK
	01+713	01+994	281.00	III	I	45.00	3.97%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.49	1.136	Concreto	1.864	Cap. insuficiente
	02+030	02+147	117.00	III	I	45.00	3.58%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.26	1.079	Concreto	0.776	OK
	02+151	02+204	53.00	III	I	45.00	3.58%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.26	1.079	Concreto	0.352	OK
	02+227	02+524	297.00	III	I	45.00	2.84%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.80	0.961	Concreto	1.970	Cap. insuficiente
	02+686	02+875	189.00	III	I	45.00	3.67%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.32	1.092	Concreto	0.997	OK
AD-3	04+170	04+373	203.00	III	I	45.00	3.78%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.38	1.109	Concreto	0.425	OK
AD-9	08+183	08+276	93.00	IV	I	20.00	3.06%	0.10	0.85	0.118	0.241	3.12	0.312	Concreto	0.478	Cap. insuficiente
AD-15	10+193	10+532	339.00	III	I	12.00	3.62%	0.15	1.34	0.111	0.231	1.69	0.251	Concreto	1.741	Cap. insuficiente
AD-17	10+685	10+780	95.00	III	I	45.00	5.75%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.40	1.367	Concreto	0.234	OK
	10+851	11+174	323.00	III	I	45.00	5.75%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.40	1.367	Concreto	0.796	OK
	11+175	11+313	138.00	III	I	45.00	5.78%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.42	1.371	Concreto	0.340	OK
	11+314	11+453	139.00	III	I	45.00	5.78%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.42	1.371	Concreto	0.343	OK
	11+454	11+700	246.00	III	I	45.00	3.69%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.33	1.095	Concreto	0.606	OK
AD-18	11+890	11+700	190.00	III	I	45.00	5.20%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.14	1.300	Concreto	0.765	OK
	12+109	11+887	222.00	III	I	12.00	3.62%	0.15	1.34	0.111	0.231	1.69	0.251	Concreto	0.894	Cap. insuficiente
	12+565	12+112	453.00	III	I	45.00	5.51%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.29	1.338	Concreto	1.824	Cap. insuficiente
	12+671	12+573	98.00	III	I	45.00	7.07%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.99	1.516	Concreto	0.395	OK

	Progresiva		Long.	Tipo	Margen	Tirante	S	Área	Perimetro	RH	R ^{2/3}	Vel.	Q m3/s	Material	Q m3/s	Condición
	Inicio	Fin	m.	Cun.		cm.	%	m²	m			m/s	Hidráulico		Hidrológico	
	13+011	12+675	336.00	III	I	12.00	3.62%	0.15	1.34	0.111	0.231	1.69	0.251	Concreto	1.353	Cap. insuficiente
	13+456	13+161	295.00	III	I	12.00	3.62%	0.15	1.34	0.111	0.231	1.69	0.251	Concreto	1.188	Cap. insuficiente
	13+619	13+456	163.00	III	I	12.00	3.62%	0.15	1.34	0.111	0.231	1.51	0.225	Concreto	0.656	Cap. insuficiente
	13+627	13+835	208.00	II	I	45.00	0.33%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.31	0.344	Concreto	0.838	Cap. insuficiente
	13+836	13+871	35.00	III	I	12.00	3.62%	0.15	1.34	0.111	0.231	1.69	0.251	Concreto	0.141	OK
	13+871	14+035	164.00	III	I	12.00	3.62%	0.15	1.34	0.111	0.231	1.69	0.251	Concreto	0.660	Cap. insuficiente
AD - 21	14+035	14+136	101.00	VIII	I	12.00	0.33%	0.05	0.64	0.075	0.178	0.39	0.019	Concreto	0.407	Cap. insuficiente
	14+661	14+613	48.00	V	I	23.00	0.41%	0.25	1.56	0.162	0.297	0.73	0.185	Concreto	0.348	Cap. insuficiente
	14+668	14+772	104.00	V	I	23.00	0.90%	0.25	1.56	0.162	0.297	0.94	0.238	Concreto	0.754	Cap. insuficiente
	14+772	15+254	482.00	III	I	12.00	3.62%	0.15	1.34	0.111	0.231	1.69	0.251	Concreto	3.493	Cap. insuficiente
	14+808	15+246	438.00	III	D	12.00	3.62%	0.15	1.34	0.111	0.231	1.69	0.251	Concreto	3.174	Cap. insuficiente
	15+381	15+565	184.00	III	I	45.00	5.90%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.47	1.385	Concreto	1.333	OK
	15+407	15+520	113.00	III	D	45.00	5.90%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.47	1.385	Concreto	0.819	OK
	15+618	15+713	95.00	III	D	12.00	3.62%	0.15	1.34	0.111	0.231	1.69	0.251	Concreto	0.688	Cap. insuficiente
	15+713	15+818	105.00	VII	D	45.00	0.67%	0.27	1.50	0.180	0.319	1.93	0.522	Concreto	0.761	Cap. insuficiente
	16+679	16+665	14.00	IX	I	10.00	4.56%	0.05	0.65	0.069	0.169	1.20	0.054	Concreto	0.177	Cap. insuficiente
AD - 25	16+702	16+878	176.00	VIII	D	12.00	4.41%	0.05	0.64	0.075	0.178	1.49	0.072	Concreto	2.230	Cap. insuficiente
	16+702	16+886	184.00	IX	I	30.00	4.41%	0.14	1.05	0.129	0.255	3.96	0.535	Concreto	2.331	Cap. insuficiente
	16+894	17+533	639.00	X	I	55.00	1.90%	0.44	1.90	0.232	0.377	3.85	1.694	Concreto	8.096	Cap. insuficiente
	17+012	17+029	17.00	VIII	D	40.00	2.35%	0.16	1.20	0.133	0.261	2.96	0.474	Concreto	0.215	OK
	17+304	17+491	187.00	XI	I	60.00	0.62%	0.42	1.90	0.221	0.366	2.13	0.896	Concreto	2.369	Cap. insuficiente
AD-27	18+389	18+489	100.00	VII	I	45.00	0.45%	0.27	1.50	0.180	0.319	1.58	0.428	Concreto	0.984	Cap. insuficiente
	18+493	18+783	290.00	XII	I	15.00	0.45%	0.04	0.84	0.045	0.126	0.30	0.011	Concreto	2.854	Cap. insuficiente
	18+940	18+783	157.00	XII	I	15.00	1.23%	0.04	0.84	0.045	0.126	0.50	0.019	Concreto	1.545	Cap. insuficiente

*Nota: Las filas que tienen color plomo son tramos de cuneta que presentan sedimentación, según lo indicado en la Tabla N°42, los cuales fueron calculados con dimensiones de cuneta sedimentada del Plano 1 (Anexo 3 – secciones de cunetas) y con datos de las Tabla 22 a Tabla 26.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. HIDROLOGÍA

4.1.1. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE DRENAJE

A lo largo del tramo de estudio, se han identificado un total de 14 áreas de drenaje que drenan a estructuras transversales y 14 áreas de drenaje que drenan a las cunetas ubicadas longitudinalmente en la carretera y estas a las direccionan a aliviaderos. A continuación, se presentan las delimitaciones específicas de cada una de ellas, utilizando como referencia puntos de control ubicados en las estructuras existentes dentro del tramo evaluado. Estas delimitaciones han sido realizadas con el objetivo de obtener un análisis preciso del comportamiento hidrológico de la zona, facilitando la evaluación de los caudales de diseño y el adecuado dimensionamiento de las obras de drenaje.

En el anexo 4 se presenta los planos de delimitación de áreas de drenaje tanto las que se direccionan a estructuras transversales como a longitudinales del tramo de la carretera desde el Km 00+000 – Km 19+750.

4.1.2. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE ÁREAS DE DRENAJE

Se presentan los principales parámetros geomorfológicos que se utilizaron para la estimación de caudales de áreas de drenaje que atraviesan perpendicular y longitudinalmente al eje del tramo en estudio.

Tabla 28: Tiempo de concentración de Alcantarillas.

Parámetros Geomorfológicos cauces menores - Alcantarillas									
ID	Áreas de drenaje	Prog. (Km)	Área (km ²)	Cota Máxima (msnm)	Cota Mínima (msnm)	Longitud Cauce (m)	S (%)	Tc - Teme z (hr)	Tc - Teme z (Min)
2	Área de drenaje - 2	2+225	0.51	799.2	540.1	1267.783	20.44	0.49	29.15
4	Área de drenaje - 4	3+168	0.87	802.0	592.0	1651.000	12.72	0.65	38.99
6	Área de drenaje - 6	3+723	4.67	1123.8	598.3	3988.914	13.18	1.26	75.71
12	Área de drenaje - 12	6+254	2.62	936.0	681.3	2401.986	10.60	0.89	53.66
16	Área de drenaje - 16	10+532	6.54	1139.3	866.7	3504.204	7.78	1.26	75.84
19	Área de drenaje - 19	14+147	4.51	1156.3	809.5	3053.147	11.36	1.06	63.56
20	Área de drenaje - 20	14+664	0.69	916.5	794.0	903.639	13.56	0.41	24.36
22	Área de drenaje - 22	16+019	1.02	1114.5	762.7	1858.665	18.93	0.66	39.56
24	Área de drenaje - 24	16+680	2.00	874.5	734.7	948.902	14.73	0.41	24.89
28	Área de drenaje - 28	19+538	1.20	1077.8	713.0	2193.719	16.63	0.77	45.98

Tabla 29:Tiempo de concentración de badenes.

Parámetros Geomorfológicos cauces menores - Badenes										
ID	Cuenca	Progresiva (Km)	Área	Cota Máxima	Cota Mínima	Longitud Cauce	Longitud Cauce	Pendiente	Pendiente	Tc - Temez
			(km²)	(msnm)	(msnm)	(m)	(Km)	(m/m)	(%)	hr
4	AD-8	4+374	1.736	1128	618	3282.28	3.28	0.1553	15.53	1.05

Tabla 30:Parámetros geomorfológicos de áreas de drenaje que drenan a cunetas.

ÁREA DE DRENAJE	ÁREA (Km²)	PERÍMETRO (Km)	PENDIENTE (m/m)	DESNIVEL (m)	ÍNDICE DE COMPACIDAD	ALTITUD MEDIA (m)
AD-1	1.35	5.57	0.344	387.00	1.35	673.50
AD-3	0.49	3.74	0.334	299.00	1.51	734.50
AD-5	0.08	1.44	0.210	60.00	1.41	633.00
AD-7	0.20	2.58	0.319	102.00	1.64	682.00
AD-9	0.18	2.71	0.254	90.00	1.78	702.00
AD-11	0.22	2.44	0.250	107.00	1.46	752.50
AD-13	1.08	4.95	0.379	298.00	1.34	897.00
AD-15	1.12	6.23	0.389	339.00	1.66	993.50
AD-17	0.24	2.80	0.287	120.00	1.60	959.00
AD-18	0.67	5.94	0.287	196.00	2.04	937.00
AD-21	0.88	5.00	0.265	325.00	1.50	951.50
AD-23	0.08	1.61	0.072	19.00	1.65	758.50
AD-25	1.06	6.71	0.250	537.00	1.83	994.50
AD-27	1.24	4.82	0.153	255.00	1.22	842.50

Tabla 31: Tiempo de concentración de áreas de drenaje que drenan a cunetas.

Nro.	ÁREA (Km²)	COTA MAYOR (msnm)	COTA MENOR (msnm)	DESNIVEL (m)	LONGITUD CAMINO MÁS LARGO (m)	PENDIENTE PROMEDIO DE LA CUENCA (m/m)	TIEMPO DE CONCENT. Tc (minutos)
AD-1	1.35	867.00	480.00	387.00	1121.000	0.344	6.55
AD-3	0.49	884.00	585.00	299.00	881.000	0.334	5.50
AD-5	0.08	663.00	603.00	60.00	266.000	0.210	2.61
AD-7	0.20	733.00	631.00	102.00	651.000	0.319	4.43
AD-9	0.18	747.00	657.00	90.00	392.000	0.254	3.28

Nro.	ÁREA (Km ²)	COTA MAYOR (msnm)	COTA MENOR (msnm)	DESNIVEL (m)	LONGITUD CAMINO MÁS LARGO (m)	PENDIENTE PROMEDIO DE LA CUENCA (m/m)	TIEMPO DE CONCENT. T _c (minutos)
AD-11	0.22	806.00	699.00	107.00	524.000	0.250	4.12
AD-13	1.08	1046.00	748.00	298.00	1041.000	0.379	5.96
AD-15	1.12	1163.00	824.00	339.00	889.000	0.389	5.22
AD-17	0.24	1019.00	899.00	120.00	246.000	0.287	2.18
AD-18	0.67	1035.00	839.00	196.00	781.000	0.287	5.31
AD-21	0.88	1114.00	789.00	325.00	867.000	0.265	5.94
AD-23	0.08	768.00	749.00	19.00	222.000	0.072	3.44
AD-25	1.06	1263.00	726.00	537.00	1780.000	0.250	10.57
AD-27	1.24	970.00	715.00	255.00	1324.000	0.153	10.17

4.1.3. CAUDALES MAXIMOS

El conocimiento adecuado de los valores del caudal máximo de descarga es importante para definir el diseño de las obras hidráulicas y el comportamiento de estas mismas. Para ello se ha considerado el método Racional.

Para cuencas de áreas menores a 10 Km², se utilizará el “Método Racional”, que permite realizar estimaciones de los caudales máximos de escorrentía utilizando las intensidades máximas de precipitación.

A continuación, se presenta los datos de caudales obtenidos de los métodos mencionado anteriormente.

Tabla 32: Método Racional - Alcantarillas.

Cálculo de caudales Método Racional - Alcantarillas											
ID	Prog.	Área	Perímetro	Cota Máxima	Cota Mínima	Long. Cauce	S	Tc - Temez	Coef. Escorrentía	Intensidad (mm/h)	Caudal (m ³ /s)
	(Km)	(km ²)	(m)	(msnm)	(msnm)	(km)	(%)	(min)	C	71	TR=71
Alc-19	2+225	0.513	3234	799.2	540.1	1.27	20.44	29.15	0.400	30.3	1.728
Alc-23	3+168	0.866	4415	802.0	592.0	1.65	12.72	38.99	0.400	26.2	2.521
Alc-25	3+723	4.667	10710	1123.8	598.3	3.99	13.18	75.71	0.400	18.8	9.747
Alc-29	6+254	2.616	7469	936.0	681.3	2.40	10.60	53.66	0.409	22.3	6.628
Alc-40	10+532	6.537	12199	1139.3	866.7	3.50	7.78	75.84	0.404	18.8	13.768
Alc-52	14+147	4.511	11001	1156.3	809.5	3.05	11.36	63.56	0.412	20.5	10.579

Cálculo de caudales Método Racional - Alcantarillas											
ID	Prog.	Área	Perímetro	Cota Máxima	Cota Mínima	Long. Cauce	S	Tc - Temez	Coef. Escorrentía	Intensidad (mm/h)	Caudal (m³/s)
	(Km)	(km²)	(m)	(msnm)	(msnm)	(km)	(%)	(min)	C	71	TR=71
Alc-53	14+664	0.690	3510	916.5	794.0	0.90	13.56	24.36	0.542	33.1	3.443
Alc-56	16+019	1.017	6929	1114.5	762.7	1.86	18.93	39.56	0.447	26.0	3.281
Alc-58	16+680	2.005	6922	874.5	734.7	0.95	14.73	24.89	0.464	32.8	8.469
Alc-63	19+538	1.196	4886	1077.8	713.0	2.19	16.63	45.98	0.579	24.1	4.634

*Nota: La intensidad es calculada con un tiempo de retorno de 71 años según establecido en el manual de hidrología, hidráulica y drenaje para alcantarillas.

Tabla 33: Método Racional - Badenes.

Cálculo de caudales Método Racional - Badenes													
ID	Prog	Área	Perímetro	Cota Máxima	Cota Mínima	Long. Cauce	Long. Cauce	Pendiente	Tc - Temez	Tc - Temez	Coef. Escor.	Intensidad (mm/h)	Caudal (m³/s)
	(Km)	(km²)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(km)	(%)	(hr)	(min)	C	71	TR=71
4	4+374	1.736	8300	1128	618	3282.3	3.28	15.53	1.05	63.28	0.25	20.5	2.48

Tabla 34: Método Racional de áreas de drenaje que drenan a cunetas.

ÁREA DE DRENAJE	ÁREA (Km²)	TIEMPO DE CONCENT. Tc (minutos)	INTENSIDAD TR=30AÑOS (mm/hr)	COEF. DE ESCURRIM. C	CAUDAL MÉTODO RACIONAL (m³/s)
AD-1	1.35	10.00	47.13	0.40	7.069
AD-3	0.49	10.00	47.13	0.40	2.548
AD-5	0.08	10.00	47.13	0.40	0.430
AD-7	0.20	10.00	47.13	0.40	1.028
AD-9	0.18	10.00	47.13	0.56	1.345
AD-11	0.22	10.00	47.13	0.46	1.343
AD-13	1.08	10.00	47.13	0.41	5.841
AD-15	1.12	10.00	47.13	0.42	6.115
AD-17	0.24	10.00	47.13	0.61	1.940
AD-18	0.67	10.00	47.13	0.51	4.535
AD-21	0.88	10.00	47.13	0.53	6.148
AD-23	0.08	10.00	47.13	0.75	0.746
AD-25	1.06	10.57	45.83	0.57	7.712
AD-27	1.24	10.17	46.73	0.72	11.685

*Nota: La intensidad es calculada con un tiempo de retorno de 30 años según establecido en el manual de hidrología, hidráulica y drenaje para cunetas.

4.2. HIDRÀULICA

4.2.1. RUGOSIDADES COMPUESTAS

En condiciones reales, las secciones hidráulicas de las alcantarillas y cunetas presentan un tipo de material en contacto con el flujo. Esta variación genera lo que se conoce como rugosidad compuesta.

A continuación, se presentan los cuadros de cálculo correspondientes a la estimación de rugosidades compuestas en diferentes secciones de alcantarillas (como las TMC parcialmente obstruidas con sedimento) y cunetas con presencia de vegetación u otros elementos que alteran la rugosidad del flujo.

Esquema representativo

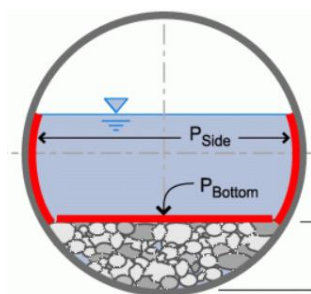


Tabla 35: Rugosidades compuestas de alcantarillas.

Ubicación (Km)	Material del fondo	Material de paredes laterales	Porcentaje de saturación	n fondo (P _{Bottom})	Longitud	n paredes (P _{Side})	Longitud	n compuesto
0+034.00	Grava o arena fina	Concreto	25%	0.030	1.88	0.015	2.26	0.022
0+606.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	25%	0.030	0.78	0.026	1.88	0.027
1+008.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	50%	0.030	0.9	0.026	1.42	0.028
1+692.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	50%	0.030	0.9	0.028	1.42	0.029
3+018.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	50%	0.030	0.9	0.027	1.42	0.028
6+254.00	Grava o arena fina	Concreto	25%	0.030	3.5	0.015	1.95	0.025
7+139.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	50%	0.030	0.9	0.027	1.42	0.028
8+555.00	Grava o arena fina	Concreto	25%	0.030	1	0.015	1.5	0.022
8+919.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	25%	0.030	0.78	0.026	1.88	0.027
10+605.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	75%	0.030	0.78	0.03	0.94	0.030
10+682.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	25%	0.030	0.78	0.026	1.88	0.027
11+314.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	25%	0.030	0.78	0.026	1.88	0.027
11+887.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	25%	0.030	0.78	0.026	1.88	0.027
12+109.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	25%	0.030	0.78	0.026	1.88	0.027
12+569.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	50%	0.030	0.9	0.026	1.42	0.028
13+621.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	50%	0.030	0.9	0.026	1.42	0.028
14+147.00	Grava o arena fina	Concreto	25%	0.030	4.5	0.015	2.26	0.026
14+664.00	Grava o arena fina	Concreto	25%	0.030	1	0.015	1.5	0.022
15+584.00	Grava o arena fina	Acero corrugado	75%	0.030	0.78	0.03	0.94	0.030
19+656.00	Grava o arena fina	Concreto	25%	0.030	0.78	0.015	1.88	0.020

Tabla 36: Rugosidades compuestas de tramos de cuneta.

Prog. Inicio Km	Prog. Final Km	Material del fondo	Material de paredes laterales	n fondo (P _{Bottom})	Longitud	n paredes (P _{Side})	Longitud	n compuesto
0+309.00	0+416.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.94	0.015	0.41	0.026
10+131.00	10+532.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.94	0.016	0.41	0.026
11+887.00	12+109.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.94	0.015	0.41	0.026
12+675.00	13+011.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.94	0.015	0.41	0.026
13+161.00	13+456.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.94	0.017	0.41	0.026
13+456.00	13+504.00	Grava o arena fina	Mampostería	0.030	0.94	0.025	0.41	0.029
13+504.00	13+619.00	Grava o arena fina	Mampostería	0.030	0.94	0.025	0.41	0.029
13+835.00	13+871.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.94	0.017	0.41	0.026
13+871.00	14+035.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.94	0.017	0.41	0.026
14+035.00	14+136.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.4	0.018	0.24	0.026
14+613.00	14+661.00	Grava o arena fina	Tierra	0.030	1.1	0.030	0.46	0.030
14+668.00	14+772.00	Grava o arena fina	Tierra	0.030	1.1	0.030	0.46	0.030
14+772.00	15+254.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.94	0.017	0.41	0.026
14+808.00	15+246.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.94	0.015	0.41	0.026
15+618.00	15+713.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.94	0.015	0.41	0.026
16+665.00	16+679.00	Grava o arena fina	Tierra	0.030	0.45	0.030	0.2	0.030
16+702.00	16+878.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.4	0.016	0.24	0.025
18+493.00	18+783.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.71	0.018	0.14	0.028
18+940.00	19+580.00	Grava o arena fina	Concreto	0.030	0.71	0.017	0.14	0.028

4.2.2. REEMPLAZO Y MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS

El reemplazo y mantenimiento de estructuras viales es primordial para garantizar la funcionalidad de una carretera, especialmente en zonas donde las condiciones climáticas tienen un gran impacto sobre las obras existentes.

En el tramo **Chamaya - Jaén**, se han identificado varias estructuras de drenaje que presentan problemas como obstrucciones, colmatación con sedimentos, desgaste de materiales, o simplemente se han quedado insuficientes para los caudales de diseño actuales. Estos problemas generan desbordamientos y daños a la infraestructura durante los eventos de lluvias, lo que pone en riesgo la seguridad vial.

Por ello, se propone el reemplazo de las estructuras que presentan deterioro considerable o que no tienen la capacidad suficiente para manejar los caudales actuales y proyectados.

Este trabajo de reemplazo y mantenimiento tiene como objetivo extender la vida útil de la infraestructura vial y mejorar la eficiencia del sistema de drenaje. Las nuevas estructuras propuestas tendrán dimensiones acordes a las necesidades hidráulicas actuales, basadas en estudios de caudales máximos, y estarán diseñadas tomando en cuenta la zona (selva alta) donde se encuentra el tramo de la carretera.

Se adjunta una lista de las estructuras existentes y las nuevas estructuras que las reemplazarán, detallando las razones técnicas que justifican este cambio, tales como la insuficiencia de capacidad hidráulica, el desgaste por erosión o la obstrucción recurrente:

Tabla 37: Estructuras actuales, reemplazadas y proyectadas.

ID	Progresiva	Estructura actual	D(")	Ancho (m)	Alto (m)	Estructura a reemplazar	D(")	Ancho (m)	Alto (m)	Motivo de cambio
2	0+111.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
3	0+208.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
4	0+304.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
5	0+440.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
6	0+606.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
7	0+765.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
8	0+875.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
9	1+008.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
10	1+094.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
11	1+172.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
12	1+252.00					TMC	48"			Estructura Nueva
13	1+342.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
14	1+412.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
15	1+512.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
16	1+548.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Det. Estructural
17	1+692.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Det. Estructural y Capacidad
18	1+860.00					TMC	48"			Estructura Nueva
19	2+028.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
20	2+150.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
21	2+225.00	TMC	48"	-	-	TMC	60"			Capacidad
22	2+352.00					TMC	48"			Estructura Nueva
23	2+479.00					TMC	48"			Estructura Nueva
24	2+608.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC

ID	Progresiva	Estructura actual	D(")	Ancho (m)	Alto (m)	Estructura a reemplazar	D(")	Ancho (m)	Alto (m)	Motivo de cambio
25	2+743.00					TMC	48"			Estructura Nueva
27	3+018.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
29	3+351.00					TMC	48"			Estructura Nueva
30	3+535.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
31	3+870.00					TMC	48"			Estructura Nueva
32	4+017.00					TMC	48"			Estructura Nueva
33	3+723.00	TMC	36"	-	-	Concreto		2.00	1.50	Capacidad
36	4+635.00					TMC	48"			Estructura Nueva
37	4+835.00					TMC	48"			Estructura Nueva
38	5+050.00					TMC	48"			Estructura Nueva
39	5+265.00					TMC	48"			Estructura Nueva
40	5+404.00					TMC	48"			Estructura Nueva
41	5+740.00					TMC	48"			Estructura Nueva
43	6+095.00					TMC	48"			Estructura Nueva
44	6+333.00					TMC	48"			Estructura Nueva
45	6+537.00					TMC	48"			Estructura Nueva
49	6+901.00					TMC	48"			Estructura Nueva
50	7+139.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
51	7+361.00					TMC	48"			Estructura Nueva
52	7+583.00					TMC	48"			Estructura Nueva
53	7+991.00					TMC	48"			Estructura Nueva
55	8+340.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
56	8+407.00					TMC	48"			Estructura Nueva
58	8+737.00					TMC	48"			Estructura Nueva
60	8+919.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
61	9+109.00					TMC	48"			Estructura Nueva
62	9+299.00					TMC	48"			Estructura Nueva
63	9+489.00					TMC	48"			Estructura Nueva
64	9+640.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
65	9+870.00					TMC	48"			Estructura Nueva
66	10+000.00					TMC	48"			Estructura Nueva
67	10+131.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
68	10+331.00					TMC	48"			Estructura Nueva
70	10+605.00	TMC	36"	-	-	TMC	60"			Det. Estructural, capacidad y ubicaci3n
71	10+682.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
72	10+818.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
73	10+998.00					TMC	48"			Estructura Nueva
74	11+174.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Cap y Zona
75	11+314.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Cap y Zona
76	11+453.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Cap y Zona
77	11+577.00					TMC	48"			Estructura Nueva
78	11+887.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Cap y Zona
79	12+109.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Cap y Zona
80	12+339.00					TMC	48"			Estructura Nueva
81	12+569.00	TMC	36"	-	-	TMC	60"			Cap y Zona
82	12+673.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
83	12+916.00					TMC	48"			Estructura Nueva
84	13+160.00					TMC	48"			Estructura Nueva
85	13+310.00					TMC	48"			Estructura Nueva
86	13+621.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Capacidad y Zona
87	13+681.00					TMC	48"			Estructura Nueva
88	13+741.00					TMC	48"			Estructura Nueva
89	13+801.00					TMC	48"			Estructura Nueva
90	13+861.00					TMC	48"			Estructura Nueva

ID	Progresiva	Estructura actual	D(")	Ancho (m)	Alto (m)	Estructura a reemplazar	D(")	Ancho (m)	Alto (m)	Motivo de cambio
91	13+921.00					TMC	48"			Estructura Nueva
92	13+981.00					TMC	48"			Estructura Nueva
93	14+039.00					TMC	48"			Estructura Nueva
94	14+093.00					TMC	48"			Estructura Nueva
95	14+147.00					TMC	48"			Estructura Nueva
96	14+367.00					TMC	48"			Estructura Nueva
97	14+517.00					TMC	48"			Estructura Nueva
98	14+664.00					Concreto	-	1.50	1.00	Estructura Nueva
99	14+613.00					TMC	48"			Estructura Nueva
100	14+772.00					TMC	48"			Estructura Nueva
101	14+856.00					TMC	48"			Estructura Nueva
102	15+140.00					TMC	48"			Estructura Nueva
106	15+584.00	TMC	36"	-	-	TMC	60			Det. Estructural, capacidad y ubicación
107	15+774.00					TMC	48"			Estructura Nueva
108	15+894.00					TMC	48"			Estructura Nueva
109	16+019.00	HDPE	36"	-	-	TMC	48"			Capacidad
110	16+181.00	TMC	36"	-	-	TMC	48"			Esp. Del MTC
111	16+411.00					TMC	48"			Estructura Nueva
112	16+561.00					TMC	48"			Estructura Nueva
113	16+680.00	TMC	36"	-	-	Concreto		2.00	1.50	Capacidad
114	17+010.00					TMC	48"			Estructura Nueva
115	17+150.00					TMC	48"			Estructura Nueva
116	17+380.00					TMC	48"			Estructura Nueva
117	17+460.00					TMC	48"			Estructura Nueva
119	18+970.00					TMC	48"			Estructura Nueva
122	19+090.00					TMC	48"			Estructura Nueva
123	19+319.00					TMC	48"			Estructura Nueva
124	19+428.00					TMC	48"			Estructura Nueva

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las cantidades de estructuras correspondientes a las propuestas de reemplazo o mantenimiento.

Tabla 38: Estructuras a reemplazar.

Cuadro resumen de estructuras a reemplazar		
Estructura	Dimensiones	Cantidad
Alc. Existentes y a reemplazar	48"	43
Alc. Proyectadas	48"	62
	60"	2
Marco C° A°	0.6*0.6	1
	1.0*1.0	10
	3.5*1.3	1
	3*2	1
	4.5*1.5	1
	1.2*0.8	1
	2*1.5	2
	1.5*1	1

4.2.3. CAPACIDAD HIDRÁULICA DE NUEVAS OBRAS DE DRENAJE PROPUESTAS

En el **Anexo 5** se presenta el diseño hidráulico de las estructuras de drenaje longitudinal y transversal que se proponen como reemplazo de las existentes. Estas nuevas estructuras han sido dimensionadas en función de los caudales estimados en cada punto crítico, garantizando una capacidad adecuada para evacuar el flujo de agua pluvial sin provocar desbordamientos ni acumulaciones que afecten la transitabilidad de la vía. La capacidad hidráulica de cada estructura ha sido calculada utilizando la fórmula de Manning, asegurando que el diseño sea coherente con las condiciones de escurrimiento observadas en el campo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El tramo en estudio, ubicado entre el Km 00+000 (Dv. Olmos) y el Km 19+750 (Jaén), pertenece a la carretera nacional PE-5N, construida alrededor del año 2005. Este corredor vial presenta una altitud promedio de 604 m.s.n.m. y forma parte de un eje estratégico de conexión regional. Su infraestructura vial ha venido deteriorándose, en parte, debido a la ineficiencia de su sistema de drenaje pluvial, lo que ha comprometido la durabilidad de la plataforma y la transitabilidad durante épocas de lluvias intensas.
- El sistema de drenaje actual presenta deficiencias importantes. Se identificó la ausencia de cunetas en aproximadamente 7.3 km del tramo (progresivas 00+076 – 00+111, 00+440 – 00+606, 01+548 – 01+692, entre otras), lo cual impide la recolección y conducción adecuada del agua de lluvia. Además, muchas de las cunetas existentes se encuentran colmatadas con sedimentos, mientras que las alcantarillas presentan obstrucciones que operan al 50%, 75% o incluso al 25% de su capacidad. Esta situación disminuye significativamente la capacidad de evacuación del sistema.
- Utilizando registros de precipitación de 25 años (1999–2023) y aplicando el método racional, se estimaron los caudales de diseño para cada componente del sistema de

drenaje. Se consideraron periodos de retorno de 30 y 71 años, en función del tipo de obra y su localización. Estas estimaciones permiten identificar las dimensiones mínimas requeridas para un funcionamiento adecuado de las estructuras en condiciones críticas de lluvia.

-

La evaluación hidráulica realizada evidenció que la mayoría de las estructuras de drenaje existentes, tanto cunetas como alcantarillas, no cumplen con los requerimientos mínimos para conducir adecuadamente los caudales generados por las precipitaciones. Esta deficiencia se atribuye al deterioro estructural, al subdimensionamiento de las secciones y a la acumulación de sedimentos que comprometen su funcionalidad hidráulica. Como resultado de este diagnóstico, se ha previsto el reemplazo de 43 alcantarillas por tuberías de 48", la proyección de 62 nuevas alcantarillas del mismo diámetro, 2 alcantarillas de 60", así como la reposición de 20,056 metros lineales de cunetas.

-

Durante el año 2023, las principales afectaciones por drenaje deficiente se registraron en sectores con aporte importante de sedimentos provenientes de taludes inestables. Las progresivas 00+800 – 01+400, 02+000 – 02+800, 10+800 – 11+600 y 12+900 – 13+400 presentan presencia de material suelto, roca fija y roca suelta en porcentajes de hasta 50%, lo que ha provocado constantes obstrucciones en las alcantarillas y erosión de la plataforma vial. Se recomiendan obras de estabilización de taludes con pendientes de 1V:4H y 1V:5H. En otros sectores, como 00+000 – 00+700 o 11+700 – 12+800, no se requieren medidas de estabilización adicionales.

5.2.RECOMENDACIONES

- Priorizar la implementación de nuevas alcantarillas y tramos de cunetas en sectores donde actualmente no existen estructuras de drenaje.
- Considerar el rediseño propuesto en el presente estudio, dado que se basa en un análisis hidrológico actualizado, desarrollado con información reciente de precipitación y con base en los problemas reales observados en campo. Las propuestas contemplan dimensiones optimizadas de las estructuras de drenaje, adaptadas a las condiciones hidráulicas actuales del tramo, lo cual contribuirá a mejorar la eficiencia del sistema y a prevenir futuras afectaciones a la plataforma vial.

- Implementar un monitoreo permanente en las zonas críticas identificadas, a través de inspecciones visuales regulares y registros técnicos sistematizados. Estas acciones permitirán detectar oportunamente condiciones de riesgo asociadas a procesos de sedimentación, colmatación o erosión, y facilitarán la toma de decisiones para intervenciones preventivas o correctivas de forma oportuna.
- Se recomienda que, en el rediseño de las cunetas y alcantarillas, se asegure una pendiente mínima longitudinal del **2%**, especialmente en zonas donde exista riesgo de sedimentación. Esta pendiente favorece el arrastre de materiales finos y evita la acumulación de sedimentos, contribuyendo a mantener la capacidad hidráulica de la sección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administration, F. H. (s.f.). *Hydraulic Design of Highway Culverts (3rd ed.)*;2020. DC: U.S. Department of Transportation, Washington.

CASTILLO ALTAMIRANO, E. M. (s.f.). *EVALUACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DE LOS DRENAJES TRANSVERSALES EN LA CARRETERA COCAHUAYCO – COCACHIMBA – BONGARÁ - AMAZONAS, 2017. [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de Cajamarca]*. Repositorio institucional.

Castillo, A. G. (1982). *Obras de Drenaje en Carreteras. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]*. Repositorio institucional.
Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000034717>

Chow, V. t. (1994). *Hidrología Aplicada (1.ªera ed.)*. Ciudad de México: McGraw-Hill.

CONDORI, J. C. (2015). *DISEÑO HIDRAULICO DE DRENAJE EN LA CARRETERA SAN MARCOS TRAMO-I (KM: 58+770 A 75+450), CAJABAMBA, CAJAMARCA 2015 . [Tesis de título profesional, Universidad Nacional San Cristòbal de Huamanga]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3713>

Corrugated Steel Pipe Institute. (2007). *CSPI Handbook of Steel Drainage & Highway Construction Products*. Toronto: Canadian Steel Pipe Institute. Obtenido de

https://www.ail.ca/wp-content/uploads/2017/07/CSPI_Handbook-of-Steel-Drainage-Highway-Construction-Products.pdf

French, R. H. (1988). *Hidráulica de canales abiertos* (1ª ed.). México: McGraw-Hill.

González G., & J., C. (2005). *Hidrología e Hidráulica para Carreteras* (1ª ed.). México D.F.: Limusa.

Hoang, B. N. (2020). An approximate formula to calculate the critical depth in circular culvert. *Transport and Communications Science Journal*, 71(7), 13. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/347217535_An_approximate_formula_to_calculate_the_critical_depth_in_circular_culvert

[https://pon.sdsu.edu/protected5/cive445_ponce_chapter04a_lecture.html?utm_source=\(s.f.\)](https://pon.sdsu.edu/protected5/cive445_ponce_chapter04a_lecture.html?utm_source=(s.f.))

Kaufmann de Almeida, I., A. Anache, J. A., Kaufmann Almeida, A., & Luiz Steffen, J. (2014). ESTIMATION ON TIME OF CONCENTRATION OF OVERLAND FLOW IN WATERSHEDS. *Geociências (Geosciences)*, 3(4), 11. Obtenido de <https://periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/9512>

Kraemer, C., Pardillo, J., Rocci, S., Romana, M., Sánchez Blanco, V., & del Val, M. (2021). *Ingeniería de Carreteras. Volumen II: Drenaje Vial* (2ª ed. ed.). México: Limusa. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/214211378/Ingenieria-de-carreteras-Vol-II>

McCUEN, R., WONG, S., & RAWLS, W. (1984). Estimating urban time of concentration. *Journal of Hydraulic Engineering*, 110(7). doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1984\)110:7\(887\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1984)110:7(887))

Minchola, R. J. (2021). *MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE LA CARRETERA RAMAL PACUCHA – DISTRITO DE ANDAHUAYLAS – APURÍMAC* [Tesis de título profesional, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4708>

- Órgano de Control Institucional – Provías Nacional. (2023). *Informe de Visita de Control N.º 086-2023-OCI/0661-SVC*. Contraloría General de la República del Perú. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/704520950/Informe-Visita-de-Control-Dv-VERSION-FINAL-OK-1>
- Ponce, V. M. (2003). Obtenido de Calculation of peak discharge by the rational method: <https://ponce.sdsu.edu/rational.php>
- Ponce, V. M. (Febrero de 2018). *DRENAJE DE CARRETERAS - C*. Obtenido de DRENAJE DE CARRETERAS - C: https://ponce.sdsu.edu/drenaje_de_carreteras_c.html
- Ramiro M., M. d., Carrillo, E. E., Macor, J., & Cristina, I. (2016). CURVAS DE INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF) DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL CIM–FICH. SERIE 1986–2016.
- Rocha, A. F. (1998). *Hidráulica Fluvial* (1.^a ed ed.). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) – Facultad de Ingeniería Civil. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/73760897/Introduccion-a-la-Hidraulica-Fluvial-ARTURO-ROCHA-FELICES>
- SAAVEDRA ESPINOZA, E. O. (s.f.). *Diseño de cuneta para mejorar el servicio de la carretera Lamas, Shanao del km 4.00 al km 5.00 San Martín, 2022*. [Tesis de título profesional, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional.
- Saini Manojkumar Ramawatar, M. D. (2023). A Review – Design of Drainage Systems in Highway Construction. *International Journal of All Research Education and Scientific Methods.*, 11(8). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/374004462_A_Review_-_Design_of_Drainage_Systems_in_Highway_Construction
- U.S. Army Corps of Engineers. (2025). *Composite Manning's n for the main channel*. Obtenido de HEC-RAS Technical Reference Manual: <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/ras1dtechref/6.5/theoretical-basis-for-one-dimensional-and-two-dimensional-hydrodynamic->

calculations/1d-steady-flow-water-surface-profiles/composite-manning-s-n-for-the-main-channel?utm_source=chatgpt.com

Varela, C. E. (2004). Curvas intensidad – duración – frecuencia para diez años de datos pluviográficos en la ciudad de Azul, centro de la provincia de Buenos Aires.

Villón, M. (2004). *Hidrologia* (1ªera ed.). Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Villón, M. (2007). *Hidráulica de canales* (2ªda ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Villón, M. (2007). *Hidrologia Aplicada* (2ºda ed.). Lima, Perú: Villón.

LINKOGRAFIA

Hydraulic Design of Highway Culverts.

<https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/pubs/12026/hif12026.pdf>

Evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes transversales en la carretera Cocahuayco – Cocachimba – Bongará - Amazonas, 2017.

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cientifica-del-sur/plan-lector/tesis-good/81282490>

Obras de Drenaje en Carreteras.

<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000034717/3/0034717.pdf>

Diseno hidráulico de drenaje en la carretera san marcos tramo-i (km: 58+770 a 75+450), Cajabamba, Cajamarca 2015.

<https://repositorio.unsch.edu.pe/items/e6f85878-ffc2-4a9d-9565-55f042dc7583>

Mejoramiento del sistema de drenaje de la carretera ramal Pacucha – distrito de Andahuaylas – Apurímac

<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4708>

Drenaje de carreteras

https://ponce.sdsu.edu/drenaje_de_carreteras_c.html

Diseño de cuneta para mejorar el servicio de la carretera Lamas, Shanao del km 4.00 al km 5.00 San Martín, 2022

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116986>

ANEXOS

ANEXO 1. LISTA DE OBRAS DE ARTE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL

Tabla 39: Lista de obras de drenaje transversal - Alcantarillas.

ID	Progresiva	Este	Norte	Elevación	TIPO	Función	Sección	Sentido	Nº Ojos	Ø Pulg.	Long (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Concl. Y Recom.
Alc-1	0+034.00	748360	9354142	483	Concreto	Drenaje de Cunetas	Marco	I-D	1	-	22.6	1.88	1.5	No se tiene acceso al cabezal de salida por presencia de viviendas, la estructura está operativa. Realizar trabajos de limpieza. Mantener
Alc-2	0+111.00	748379	9354217	487	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	17.3	-	-	En salida presenta vegetación, realizar trabajos de limpieza en la entrada y salida de la estructura, se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-3	0+208.00	748391	9354312	492	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	15.4	-	-	En el ingreso hay basura que obstaculiza el buen funcionamiento. se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-4	0+304.00	748399	9354408	495	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	14.4	-	-	En el ingreso y salida hay basura que obstaculiza el buen funcionamiento. se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-5	0+440.00	748435	9354540	495	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	11.35	-	-	En el ingreso hay presencia de vegetación, realizar trabajos de mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-6	0+606.00	748475	9354700	499	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	15	-	-	En el ingreso y salida hay material, vegetación y rocas de gran tamaño que obstaculiza el buen funcionamiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-7	0+765.00	748467	9354857	510	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.3	-	-	Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-8	0+875.00	748445	9354964	511	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.57	-	-	En el ingreso y salida hay material y vegetación que obstaculiza el buen funcionamiento, el emboquillado de salida presenta grietas. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-9	1+008.00	748394	9355085	516	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	12.3	-	-	En los cabezales de de entrada y salida presentan roturas y grietas; hay presencia de material en el ingreso y tubería. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-10	1+094.00	748345	9355155	518	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	11.4	-	-	En el ingreso y salida hay basura que obstaculiza el buen funcionamiento. se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-11	1+172.00	748312	9355227	527	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.6	-	-	Los emboquillado de entrada y salida presentan roturas y riesgo a colapsar. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-12	1+342.00	748317	9355398	526	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	17.9	-	-	En la salida presenta grietas, en el ingreso desgaste de concreto en el cabezal, además hay presencia de material en el ingreso. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

ID	Progresiva	Este	Norte	Elevación	TIPO	Funcion	Sección	Sentido	Nº Ojos	Ø Pulg.	Long (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Concl. Y Recom.
Alc-13	1+412.00	748325	9355468	530	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	12.2	-	-	El emboquillado de salida que está con roturas y por colapsar. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-14	1+512.00	748332	9355566	529	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	14.1	-	-	En el ingreso hay rocas de gran tamaño. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-15	1+548.00	748329	9355602	533	TMC	Drenaje de cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	12.9	-	-	Clausurado por la población. Se recomienda cambiar por TMC de 48".
Alc-16	1+692.00	748260	9355725	537	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13	-	-	Clausurado por la población. Se recomienda cambiar por TMC de 48".
Alc-17	2+028.00	748088	9356015	555	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.4	-	-	Clausurado por la población. Se recomienda cambiar por TMC de 48".
Alc-18	2+150.00	748017	9356112	556	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.6	-	-	En la salida hay material que obstaculiza el flujo. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-19	2+225.00	747970	9356170	559	TMC	Drenaje de quebrada secundaria	Circular / Ovalada	I-D	1	48"	19.6	-	-	Salida tipo gavión, se encuentra dentro de una propiedad privada. Se recomienda cambiar por TMC de 60".
Alc-20	2+608.00	747711	9356451	571	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13	-	-	En el ingreso y salida hay basura que obstaculiza el buen funcionamiento. se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-21	2+878.00	747519	9356641	581	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	48"	12.3	-	-	En el ingreso y salida hay material , realizar trabajos de limpieza. Mantener
Alc-22	3+018.00	747435	9356753	584	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.5	-	-	Los cabezales presentan desprendimiento de concreto, en la salida está colmatado. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-23	3+168.00	747347	9356875	589	TMC	Drenaje de quebrada secundaria	Circular / Ovalada	I-D	2	48"	14.7	-	-	Realizar reparaciones al cabezal de entrada. Mantener
Alc-24	3+535.00	747114	9357157	606	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	14	-	-	Clausurado por la población. Se recomienda cambiar por TMC de 48".
Alc-25	3+723.00	746989	9357297	609	TMC	Drenaje de quebrada secundaria	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.4	-	-	Clausurado por la población. Se recomienda cambiar por MCA de 1.5x1.5.
Alc-26	4+164.00	746695	9357627	626	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	48"	12	-	-	Está colmatada toda la estructura, realizar trabajos de limpieza, resane de emboquillados. Mantener
Alc-27	4+435.00	746513	9357827	639	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	48"	11.3	-	-	Estructura en buen estado de mantenimiento y conservación. Mantener
Alc-28	5+935.00	745538	9358966	692	Concreto	Encauzamiento	Pórtico	I-D	1	-	12.9	1	1.01	Realizar reparaciones a los cabezales de entrada y salida. Mantener
Alc-29	6+254.00	745470	9359278	706	Concreto	Drenaje de quebrada importante	Pórtico	I-D	1	-	11.7	3.5	1.3	Realizar reparaciones al emboquillado de entrada, hay presencia de material en la estructura. Mantener

ID	Progresiva	Este	Norte	Elevación	TIPO	Funcion	Sección	Sentido	Nº Ojos	Ø Pulg.	Long (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Concl. Y Recomend.
Alc-30	6+412.00	745434	9359432	709	Concreto	Encauzamiento	Pórtico	I-D	1	-	12.1	1	1	Estructura en buen estado de conservación y mantenimiento. Mantener
Alc-31	6+663.00	745417	9359682	715	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	48"	12.9	-	-	Está colmatada toda la estructura, realizar trabajos de limpieza, resane de emboquillados. Mantener
Alc-32	7+139.00	745462	9360156	750	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	12.3	-	-	Toda la estructura está colmatada que llega a obstaculizar el buen funcionamiento. se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-33	8+178.00	745465	9361179	812	Concreto	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	-	10.86	1	1	Realizar reparaciones en los emboquillados, descarga de aguas servidas. Mantener
Alc-34	8+340.00	745393	9361324	809	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	15.5	-	-	Estructura en buen estado. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-35	8+475.00	745333	9361445	805	Concreto	Encauzamiento	Pórtico	I-D	1	-	12.5	1	1	Buen estado de conservación y mantenimiento. Mantener
Alc-36	8+555.00	745297	9361516	807	Concreto	Encauzamiento	Pórtico	I-D	1	-	10.4	1	1	Estructura colmatada, que se está realizando trabajos de mantenimiento. Descarga de aguas servidas, se recomienda encauzar en la salida. Mantener
Alc-37	8+919.00	745134	9361842	814	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.9	-	-	La estructura en la salida está colmatada que llega a obstaculizar el buen funcionamiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-38	9+640.00	744835	9362498	838	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.8	-	-	En el ingreso está colmatado con material y rocas que llega a obstaculizar el buen funcionamiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-39	10+131.00	744521	9362836	861	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	14	-	-	Clausurado por la población. Se recomienda cambiar por TMC de 48".
Alc-40	10+532.00	744197	9363058	873	Concreto	Drenaje de quebrada importante	Pórtico	I-D	1	-	23	3	2	Realizar trabajos de limpieza y realizar reparaciones a la estructura. Mantener
Alc-41	10+605.00	744208	9363130	881	TMC	Encauzamiento	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	22	-	-	La estructura está colmatada y presenta deformaciones en la tubería. Se recomienda cambiar por una TMC de 60" por encontrarse en curva y por estar ubicada muy debajo de la rasante de la vía. Reemplazar
Alc-42	10+682.00	744269	9363180	878	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	14.7	-	-	En el ingreso presenta sedimento y vegetación. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-43	10+818.00	744406	9363169	890	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	15.6	-	-	Estructura en buen estado. Realizar trabajos de limpieza. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

ID	Progresiva	Este	Norte	Elevación	TIPO	Función	Sección	Sentido	Nº Ojos	Ø Pulg.	Long (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Concl. Y Recomend.
Alc-44	11+174.00	744742	9363060	909	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.4	-	-	El emboquillado de entrada y en el emboquillado de salida están presentando roturas. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-45	11+314.00	744840	9362965	915	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.2	-	-	El emboquillado de salida presenta grietas. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-46	11+453.00	744932	9362867	927	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13	-	-	En la entrada está colmatada con basura. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-47	11+887.00	745148	9362940	923	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	11.4	-	-	En la entrada y salida está colmatada con basura y material. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-48	12+109.00	745070	9363137	918	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	12.9	-	-	En la entrada y salida está colmatada con basura y material. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-49	12+569.00	744854	9363473	890	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	12.7	-	-	En la entrada y salida está colmatada con basura y vegetación. Se recomienda cambiar por TMC de 60". Reemplazar
Alc-50	12+673.00	744791	9363556	885	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	11.4	-	-	En la entrada y salida hay basura y vegetación. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-51	13+621.00	744582	9364375	829	TMC	Drenaje de Cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	15.6	-	-	Pasan tuberías dentro de la alcantarilla, en el ingreso el cabezal es tipo MCA, realizar reparaciones a los emboquillados, descarga de aguas servidas, se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-52	14+147.00	744535	9364898	822	Concreto	Drenaje de quebrada importante	Pórtico	I-D	1	-	14	4.5	1.5	Reponer emboquillado de salida y realizar reparaciones a la estructura. Mantener
Alc-53	14+664.00	744470	9365409	805	Concreto	Drenaje de quebrada secundaria	Pórtico	I-D	1	-	14.9	1	1	Descarga de aguas servidas, reponer emboquillado de salida. Mantener
Alc-54	15+377.00	744203	9366062	776	Concreto	Encauzamiento	Marco	I-D	1	-	12	1	1	Clausurado por la población, propiedad privada en la salida. Se recomienda realizar trabajos de mantenimiento.
Alc-55	15+584.00	744102	9366243	772	TMC	Canal de riego	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	25.3	-	-	Estructura asentada, con material de arrastre, se recomienda cambiar por TMC de 60" por encontrarse ubicada muy debajo de la rasante de la vía. Reemplazar
Alc-56	16+019.00	743889	9366622	774	HDPE	Drenaje de quebrada secundaria	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	12.1	-	-	Alcantarilla con compuertas, los cabezales presentan roturas y fisuras. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

ID	Progresiva	Este	Norte	Elevación	TIPO	Función	Sección	Sentido	Nº Ojos	Ø Pulg.	Long (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Concl. Y Recom.
Alc-57	16+181.00	743809	9366763	766	TMC	Drenaje de quebrada secundaria	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	12.7	-	-	El cabezal de entrada está en zona urbana, Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
Alc-58	16+680.00	743610	9367213	739	TMC	Drenaje de quebrada secundaria	Circular / Ovalada	I-D	1	36"	13.8	-	-	No se tiene acceso al cabezal de salida por presencia de viviendas, se recomienda ser reemplazada por una MCA de 1.5x1.0 . Alcantarilla funcional. Reemplazar
Alc-59	18+395.00	743282	9368739	715	TMC	Drenaje de cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	48"	32	-	-	No se tiene acceso al cabezal de entrada por presencia de viviendas, la estructura está operativa, evaluar para considerar protección de salida. Mantener
Alc-60	18+700.00	743183	9369026	714	Concreto	Pase de Agua	Marco	I-D	1	-	25.6	1	1	No se tiene acceso al cabezal de salida por presencia de viviendas, la estructura está operativa, realizar reparaciones en la estructura. Mantener
Alc-61	18+850.00	743150	9369096	714	Concreto	Drenaje de cunetas	Pórtico	I-D	1	-	23.3	1	1	No se tiene acceso al cabezal de entrada por presencia de viviendas, la estructura está operativa. Mantener
Alc-62	19+210.00	742980	9369493	721	TMC	Drenaje de cunetas	Circular / Ovalada	I-D	1	-	17	1.2	0.8	No se tiene acceso al cabezal de salida por presencia de viviendas, la estructura está operativa. Mantener
Alc-63	19+538.00	742939	9369811	727	TMC	Drenaje de quebrada secundaria	Circular / Ovalada	I-D	1	48	22	-	-	No se tiene acceso a los cabezales por presencia de viviendas, la estructura está operativa. Mantener
Alc-64	19+656.00	742981	9369920	726	Concreto	Encauzamiento	Pórtico	I-D	1	-	20	1	1	Realizar reparaciones en el cabezal de entrada y salida. Mantener

Tabla 40: Lista de obras de drenaje transversal – Badenes.

ID	Progresiva (Km)	Este	Norte	Altitud (msnm)	Clase	Tipo	Función	Sentido	Alineamiento	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Concl. Y Recom.	Tipo de Intervención
Bad-1	4+374	746554	9357782	634	Baden Definitivo	Concreto	Drenaje de quebrada importante	I-D	Recto	65.00	9.00	-	Baden en buen estado de conservación y mantenimiento.	Mantener

Tabla 41: Lista de obras de drenaje transversal – Puentes.

ID	Prog. Km	Nombre del Puente	Ubicación			Clase	Tipo	Nº de Carriles	Alineamiento	Dimensiones				Condición		Singularidad Salvada
			Este	Norte	Altitud (msnm)					Longitud (m)	Ancho Calzada (m)	Luz (m)	Galibo (m)	Condición Estructural	Condición Funcional	
Pnt-1	5+544	KM 5+544	745781	9358661	681	Provisional	Alcantarilla	2	Recto	12.7	9.6	11.7	3.4	Mala	Regular (parcialmente obstruida)	Quebrada
Pnt-2	7+805	KM 7+805	745520	9360819	780	Definitivo	Alcantarilla	2	Recto	11.65	9	10.3	1.89	Mala	Regular (parcialmente obstruida)	Quebrada

Tabla 42: Lista de obras de drenaje longitudinal – Cunetas.

ID	Ubicación Inicio	Ubicación Fin	Lado	Clase	Tipo	Seccion Transversal	Dimensiones			Condición		Sedimentos	Taludes
	Prog. Inicio (Km)	Prog. Fin					Longitud (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Estructural	Funcional		
Cun-1	00+000.00	00+033.00	I	Cuneta	Concreto	Rectangular	33.00	0.55	0.40	Bueno	Regular	No	Zona estable
Cun-2	00+033.00	00+083.00	I	Cuneta	Concreto	Rectangular	50.00	0.55	0.54	Bueno	Regular	No	Zona estable
Cun-3	00+114.00	00+202.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	88.00	1.23	0.50	Bueno	Buena	No	Zona estable
Cun-4	00+212.00	00+294.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	82.00	1.3	0.50	Bueno	Buena	No	Zona estable
Cun-5	00+309.00	00+416.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	107.00	1.23	0.50	Malo	Mala	Si	Zona estable
Cun-6	00+604.00	00+759.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	155.00	1.23	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-7	00+771.00	00+868.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	97.00	1.27	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-8	00+876.00	01+006.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	130.00	1.25	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-9	01+009.00	01+090.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	81.00	1.26	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-10	01+093.00	01+161.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	68.00	1.26	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-11	01+176.00	01+300.00	I	Canal	Mampostería	Trapezoidal	124.00	0.3	0.60	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-12	01+300.00	01+340.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	40.00	1.27	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-13	01+345.00	01+410.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	65.00	1.24	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-14	01+414.00	01+509.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	95.00	1.26	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-15	01+515.00	01+531.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	16.00	1.22	0.50	Bueno	Buena	No	Zona estable
Cun-16	01+713.00	01+994.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	281.00	1.25	0.50	Bueno	Buena	No	Zona estable
Cun-17	02+030.00	02+147.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	117.00	1.25	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-18	02+151.00	02+204.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	53.00	1.25	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-19	02+227.00	02+524.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	297.00	1.25	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-20	02+686.00	02+875.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	189.00	1.25	0.5	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-21	04+170.00	04+373.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	203.00	1.25	0.50	Bueno	Regular	No	Zona estable
Cun-22	08+183.00	08+276.00	I	Cuneta	Mampostería	Trapezoidal	93.00	0.4	0.30	Bueno	Regular	No	Zona estable
Cun-23	10+193.00	10+532.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	339.00	1.2	0.50	Bueno	Mala	Si	Zona estable
Cun-24	10+685.00	10+780.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	95.00	1.26	0.50	Bueno	Buena	No	Zona estable
Cun-25	10+851.00	11+174.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	323.00	1.25	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-26	11+175.00	11+313.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	138.00	1.25	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-27	11+314.00	11+453.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	139.00	1.26	0.50	Bueno	Buena	No	Z. Inestable
Cun-28	11+454.00	11+890.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	436.00	1.25	0.5	Bueno	Buena	No	Zona estable
Cun-29	11+887.00	12+109.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	222.00	1.26	0.55	Bueno	Mala	Si	Zona estable
Cun-30	12+112.00	12+565.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	453.00	1.25	0.50	Bueno	Mala	No	Zona estable
Cun-31	12+573.00	12+671.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	98.00	1.25	0.50	Bueno	Buena	No	Zona estable
Cun-32	12+675.00	13+011.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	336.00	1.25	0.50	Bueno	Mala	Si	Z. Inestable

ID	Ubicación Inicio	Ubicación Fin	Lado	Clase	Tipo	Seccion Transversal	Dimensiones			Condición		Sedimentos	Taludes
	Prog. Inicio (Km)	Prog. Fin					Longitud (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Estructural	Funcional		
Cun-33	13+161.00	13+456.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	295.00	1.25	0.50	Bueno	Mala	Si	Z. Inestable
Cun-34	13+456.00	13+504.00	I	Cuneta	Mampostería	Triangular	48.00	1.25	0.50	Regular	Mala	Si	Zona estable
Cun-35	13+504.00	13+619.00	I	Cuneta	Mampostería	Triangular	115.00	1.25	0.50	Malo	Mala	Si	Zona estable
Cun-36	13+627.00	13+835.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	208.00	1.28	0.50	Bueno	Buena	No	Zona estable
Cun-37	13+836.00	13+871.00	I	Cuneta	Concreto	Rectangular	35.00	1.25	0.50	Bueno	Mala	Si	Zona estable
Cun-38	13+871.00	14+035.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	164.00	1.25	0.50	Malo	Mala	Si	Zona estable
Cun-39	14+035.00	14+136.00	I	Cuneta	Mampostería	Rectangular	101.00	0.50	0.50	Bueno	Mala	Si	Zona estable
Cun-40	14+613.00	14+661.00	I	Canal	Tierra	Rectangular	48.00	0.8	0.65	Regular	Mala	Si	Zona estable
Cun-41	14+668.00	14+772.00	I	Canal	Tierra	Rectangular	104.00	1.10	0.90	Regular	Mala	Si	Zona estable
Cun-42	14+772.00	15+254.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	482.00	1.25	0.50	Malo	Mala	Si	Zona estable
Cun-43	14+808.00	15+246.00	D	Cuneta	Concreto	Triangular	438.00	1.25	0.50	Bueno	Mala	Si	Zona estable
Cun-44	15+381.00	15+565.00	I	Cuneta	Concreto	Triangular	184.00	1.25	0.50	Bueno	Buena	No	Zona estable
Cun-45	15+407.00	15+520.00	D	Cuneta	Concreto	Triangular	113.00	1.25	0.50	Bueno	Regular	No	Zona estable
Cun-46	15+618.00	15+713.00	D	Cuneta	Concreto	Triangular	95.00	0.87	0.35	Bueno	Mala	Si	Zona estable
Cun-47	15+713.00	15+818.00	D	Cuneta	Concreto	Rectangular	105.00	0.60	0.50	Bueno	Regular	No	Zona estable
Cun-48	16+665.00	16+679.00	I	Canal	Concreto	Rectangular	14.00	1.02	1.00	Bueno	Mala	Si	Zona estable
Cun-49	16+702.00	16+878.00	D	Cuneta	Concreto	Rectangular	176.00	0.40	0.49	Bueno	Mala	Si	Zona estable
Cun-50	16+702.00	16+886.00	I	Cuneta	Concreto	Rectangular	184.00	0.43	0.40	Bueno	Mala	No	Zona estable
Cun-51	16+894.00	17+533.00	I	Zanja de drenaje	Concreto	Rectangular	639.00	0.82	0.64	Bueno	Regular	No	Zona estable
Cun-52	17+012.00	17+029.00	D	Cuneta	Concreto	Rectangular	17.00	0.40	0.18	Bueno	Regular	No	Zona estable
Cun-53	17+304.00	17+491.00	D	Zanja de drenaje	Concreto	Rectangular	187.00	0.70	0.70	Bueno	Regular	No	Zona estable
Cun-54	18+389.00	18+489.00	I	Zanja de drenaje	Concreto	Rectangular	100.00	0.52	0.58	Regular	Regular	No	Zona estable
Cun-55	18+493.00	18+783.00	I	Cuneta	Concreto	Parabólica	198.00	0.80	0.20	Regular	Mala	Si	Zona estable
Cun-56	18+940.00	19+580.00	I	Cuneta	Concreto	Parabólica	68.00	0.80	0.20	Regular	Mala	Si	Zona estable

Tabla 43: Lista de obras de drenaje longitudinal – Bordillos.

INVENTARIO DE BORDILLOS EXISTENTES																		
ID	Prog. Inicio	Este I	Norte I	Altitud I	Prog. Fin	Este F	Norte F	Altitud F	Clase	Tipo	Lado	Longitud (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Condicion Estructural	Condicion Funcional	Descarga	Comentario
1	10+507	744217	9363038	881	10+678.00	744268	9363171	887	Bordillo	Concreto	Derecho	171.00	0.15	0.15	Bueno (no tiene problemas)	Buena	Alc. Km 10+682	En buen estado de conservación y Mantenimiento.
2	13+075	744604	9363909	863	13+163.00	744578	9363973	859	Bordillo	Concreto	Derecho	88.00	0.15	0.15	Bueno (no tiene problemas)	Buena	Terreno Nat. Km 13+163	En buen estado de conservación y Mantenimiento.

ANEXO 2. FICHAS TÈCNICAS DE ALCANTARILLAS EXISTENTES

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE	Ficha de Campo N° 1
---	----------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	22.60
Progresiva:	KM 0+034.00	Sección :	Marco	Ancho (m)	0.60
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	0.60
Este:	748359.72	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9354142.00	Manning	0.015		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T10	T10	-	-
Estructura de recepción Entrada	T07	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H01
Estructura de recepción salida	-	-	-	-
Protección de salida	T10	-	-	-

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: No se tiene acceso al cabezal de salida por presencia de viviendas, la estructura está operativa. Realizar trabajos de limpieza. Mantener

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE	Ficha de Campo N° 2
---	----------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	17.30
Progresiva:	KM 0+111.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	748378.95	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9354216.91	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			

Conclusiones y Recomendaciones: En salida presenta vegetación, realizar trabajos de limpieza en la entrada y salida de la estructura, se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE	Ficha de Campo N° 3
---	----------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	15.40
Progresiva:	KM 0+208.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	748390.72	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9354312.25	Manning	0.025		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso hay basura que obstaculiza el buen funcionamiento. se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 4	
Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	14.40
Progresiva:	KM 0+304.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	748398.70	N.º Ojos :	1	Esviaje (º)	0
Norte:	9354408.25	Manning	0.024		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03	
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H03	
Protección de salida	T08	M10	E01	H03	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso y salida hay basura que obstaculiza el buen funcionamiento. se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 5	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento	Long (m)	11.35
Progresiva:	KM 0+440.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	748435.45	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9354539.98	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T09	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso hay presencia de vegetación, realizar trabajos de mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 6
Ubicación		Características		
Ruta:	PE-5N	Tipo:	TMC	Ø (Pulg.)
Tramo:	TI	Función:	Drenaje de Cunetas	Long (m)
Progresiva:	KM 0+606.00	Sección:	Circular / Ovalada	Ancho (m)
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)
Este:	748474.53	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)
Norte:	9354699.91	Manning	0.026	

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H03
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H03
Protección de salida	T08	M10	E01	H03

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso y salida hay material, vegetación y rocas de gran tamaño que obstaculiza el buen funcionamiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar			
--	--	--	--

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 7
--	--	------------------------

Ubicación		Características	
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas
Progresiva:	KM 0+765.00	Sección :	Circular / Ovalada
Zona :	17 S	Sentido :	I-D
Este:	748466.98	N.º Ojos :	1
Norte:	9354857.48	Manning	0.024
		Ø (Pulg.)	36"
		Long (m)	13.30
		Ancho (m)	-
		Alto (m)	-
		Esviaje (°)	0

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinado	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			3/3/2023

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 8	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	13.57
Progresiva:	KM 0+875.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	748444.87	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9354963.88	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E03	H03
Protección de salida	T08	M10	E01	H03

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso y salida hay material y vegetación que obstaculiza el buen funcionamiento, el emboquillado de salida presenta grietas. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 9
--	--	---------------------

Ubicación		Características	
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas
Progresiva:	KM 1+008.00	Sección :	Circular / Ovalada
Zona :	17 S	Sentido :	I-D
Este:	748394.13	N.º Ojos :	1
Norte:	9355084.50	Manning	0.026
		Ø (Pulg.)	36"
		Long (m)	12.30
		Ancho (m)	-
		Alto (m)	-
		Esviaje (°)	0

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T01	M01	E08	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H03
Estructura de recepción salida	T02	M01	E03	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H03

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso y salida hay material, vegetación y rocas de gran tamaño que obstaculiza el buen funcionamiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 10
--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función:	Drenaje de Cunetas	Long (m)	11.40
Progresiva:	KM 1+094.00	Sección:	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	-
Este:	748345.37	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9355155.14	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T01	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE			Ficha de Campo N° 11
--	--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función:	Drenaje de Cunetas	Long (m)	13.60
Progresiva:	KM 1+172.00	Sección:	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	-
Este:	748312.35	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9355227.33	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillad		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE	Ficha de Campo N° 12
---	---------------------------------

Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	17.90
Progresiva:	KM 1+342.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	748317.03	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9355398.26	Manning	0.028		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T10	-	-	-
Estructura de recepción Entrada	T11	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H03
Estructura de recepción salida	T11	M01	E03	H01
Protección de salida	T10	-	-	-

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En la salida presenta grietas, en el ingreso desgaste de concreto en el cabezal, además hay presencia de material en el ingreso. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE	Ficha de Campo N° 13
---	---------------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	12.20
Progresiva:	KM 1+412.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	748325.18	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9355467.64	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E02	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 14
--	--	-------------------------

Ubicación		Características	
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas
Progresiva:	KM 1+512.00	Sección :	Circular / Ovalada
Zona :	17 S	Sentido :	I-D
Este:	748331.68	N.º Ojos :	1
Norte:	9355565.69	Manning	0.024

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE			Ficha de Campo N° 15
--	--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de cunetas	Long (m)	12.90
Progresiva:	KM 1+548.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	748328.65	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9355601.62	Manning	0.028		

Fotografía 1. Ingreso 		Fotografía 2. Salida 	
Fotografía 3. Panorámica 		Fotografía 4. Detalle 	

Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E08	H04
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E08	H04
Estructura de recepción salida	T02	M01	E08	H04
Protección de salida	T08	M10	E01	H03

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso y salida hay material, vegetación y rocas de gran tamaño que obstaculiza el buen funcionamiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 16	
Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	13.00
Progresiva:	KM 1+692.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	748259.79	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9355725.33	Manning	0.028		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T10	-	-	-	
Estructura de recepción Entrada	T11	M01	E08	H04	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E04	H04	
Estructura de recepción salida	T11	M01	E08	H04	
Protección de salida	T10	-	-	-	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: Se recomienda cambiar por TMC de 48".					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 17	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función:	Drenaje de Cunetas	Long (m)	13.40
Progresiva:	KM 2+028.00	Sección:	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	-
Este:	748088.48	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9356014.75	Manning	0.028		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T11	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	-	H04
Protección de salida	T08	M10	E01	H03

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso y salida hay material, vegetación y rocas de gran tamaño que obstaculiza el buen funcionamiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 18
--	--	----------------------

Ubicación		Características	
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas
Progresiva:	KM 2+150.00	Sección :	Circular / Ovalada
Zona :	17 S	Sentido :	I-D
Este:	748017.26	N.º Ojos :	1
Norte:	9356112.30	Manning	0.027
		Ø (Pulg.)	36"
		Long (m)	13.60
		Ancho (m)	-
		Alto (m)	-
		Esviaje (°)	0

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T11	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T11	M01	E01	H03
Protección de salida	T10	-	-	-

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En la salida hay material que obstaculiza el flujo. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 19
--	--	-------------------------

Ubicación		Características	
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de quebrada secundaria
Progresiva:	KM 2+225.00	Sección :	Circular / Ovalada
Zona :	17 S	Sentido :	I-D
Este:	747969.96	N.º Ojos :	1
Norte:	9356170.49	Manning	0.024
		Ø (Pulg.)	48"
		Long (m)	19.60
		Ancho (m)	-
		Alto (m)	-
		Esviaje (°)	0

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E03	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T11	M09	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE			Ficha de Campo N° 20
--	--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función:	Encauzamiento	Long (m)	13.00
Progresiva:	KM 2+608.00	Sección:	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	-
Este:	747711.24	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9356451.31	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H03
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 21	
Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	48"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	12.30
Progresiva:	KM 2+878.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	747518.94	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9356640.76	Manning	0.027		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01	
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01	
Estructura de recepción salida	T11	M01	E01	H03	
Protección de salida	T10	-	-	-	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: En la salida hay material que obstaculiza el flujo. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 22	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento	Long (m)	13.50
Progresiva:	KM 3+018.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	747434.92	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9356753.23	Manning	0.027		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E03	H04
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E06	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H04
Estructura de recepción salida	T02	M01	E08	H04
Protección de salida	T08	M10	E03	H04

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Los cabezales presentan desprendimiento de concreto, en la salida está colmatado. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 23	
Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	48"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de quebrada secundaria	Long (m)	14.70
Progresiva:	KM 3+168.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	747347.49	N.º Ojos :	2	Esviaje (°)	0
Norte:	9356874.67	Manning	0.026		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03	
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E06	H01	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01	
Protección de salida	T08	M10	E01	H01	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: Realizar reparaciones al cabezal de entrada. Mantener					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 24	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento	Long (m)	14.00
Progresiva:	KM 3+535.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	747113.79	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9357156.77	Manning	0.028		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E08	H04
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E08	H04
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E08	H04
Estructura de recepción salida	T02	M01	E08	H04
Protección de salida	T08	M10	E08	H04

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Se recomienda cambiar por TMC de 48".
--

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 25	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de quebrada secundaria	Long (m)	13.40
Progresiva:	KM 3+723.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	746988.63	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9357297.05	Manning	0.028		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E08	H04	
Estructura de recepción Entrada	-	-	-	-	
Cuerpo de la alcantarilla	-	-	-	-	
Estructura de recepción salida	-	-	-	-	
Protección de salida	T08	M10	E08	H04	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: Se recomienda cambiar por TMC de 48".					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE	Ficha de Campo N° 26
---	-----------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	48"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	12.00
Progresiva:	KM 4+164.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	746695.38	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9357626.68	Manning	0.028		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E08	H04
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H04
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H04
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H04
Protección de salida	T08	M10	E08	H04

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Se recomienda cambiar por TMC de 48".

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE	Ficha de Campo N° 27
---	---------------------------------

Ubicación		Características	
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento
Progresiva:	KM 4+435.00	Sección :	Circular / Ovalada
Zona :	17 S	Sentido :	I-D
Este:	746512.89	N.º Ojos :	1
Norte:	9357826.64	Manning	0.024
		Ø (Pulg.)	48"
		Long (m)	11.30
		Ancho (m)	-
		Alto (m)	-
		Esviaje (°)	0

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			3/3/2023

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 28	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento	Long (m)	12.90
Progresiva:	KM 5+935.00	Sección :	Pórtico	Ancho (m)	1.00
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	1.00
Este:	745538.17	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9358966.36	Manning	0.013		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01	
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E02	H01	
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H01	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E02	H01	
Protección de salida	T08	M10	E01	H01	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Mantener					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 29	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función:	Drenaje de quebrada importante	Long (m)	11.70
Progresiva:	KM 6+254.00	Sección:	Pórtico	Ancho (m)	3.50
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	1.30
Este:	745469.88	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9359277.87	Manning	0.015		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T10	-	-	-
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H03
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Realizar reparaciones en el cabezal de entrada y salida. Mantener
--

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE	Ficha de Campo N° 30
---	-----------------------------

Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función:	Encauzamiento	Long (m)	12.10
Progresiva:	KM 6+412.00	Sección:	Pórtico	Ancho (m)	1.00
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	1.00
Este:	745434.43	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9359432.33	Manning	0.013		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Mantener

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 31	
Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	48"
Tramo:	T1	Función :	Encauzamiento	Long (m)	12.90
Progresiva:	KM 6+663.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	745417.09	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9359681.97	Manning	0.028		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E08	H04
Estructura de recepción Entrada	T11	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H03
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H03
Protección de salida	T08	M10	E08	H04

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Se recomienda cambiar por TMC de 48".
--

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 32	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento	Long (m)	12.30
Progresiva:	KM 7+139.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	745462.47	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9360155.78	Manning	0.027		
Fotografía 1. Ingreso 		Fotografía 2. Salida 			
Fotografía 3. Panorámica 		Fotografía 4. Detalle 			
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E03	H04	
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H04	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H04	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H04	
Protección de salida	T08	M10	E03	H04	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: Los cabezales presentan desprendimiento de concreto, en la salida está colmatado. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 33	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función:	Drenaje de Cunetas	Long (m)	10.86
Progresiva:	KM 8+178.00	Sección:	Circular / Ovalada	Ancho (m)	1.00
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	1.00
Este:	745464.87	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9361178.75	Manning	0.014		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
--

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 34
--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento	Long (m)	15.50
Progresiva:	KM 8+340.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	745393.33	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9361324.06	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			3/3/2023

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 35	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función:	Encauzamiento	Long (m)	12.50
Progresiva:	KM 8+475.00	Sección:	Pórtico	Ancho (m)	1.00
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	1.00
Este:	745332.79	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9361444.82	Manning	0.013		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01	
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01	
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H01	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01	
Protección de salida	T08	M10	E01	H01	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro			3/3/2023		
Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Mantener					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 36	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función:	Encauzamiento	Long (m)	10.40
Progresiva:	KM 8+555.00	Sección:	Pórtico	Ancho (m)	1.00
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	1.00
Este:	745296.95	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9361515.87	Manning	0.015		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T10	-	-	-
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Realizar reparaciones en el cabezal de entrada y salida. Mantener

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 37
--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función:	Encauzamiento	Long (m)	13.90
Progresiva:	KM 8+919.00	Sección:	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	-
Este:	745134.13	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9361841.57	Manning	0.026		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H03
Protección de salida	T08	M10	E01	H03

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso y salida hay material, vegetación y rocas de gran tamaño que obstaculiza el buen funcionamiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 38	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento	Long (m)	13.80
Progresiva:	KM 9+640.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	744834.99	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9362497.94	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H04
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 39
--	--	-------------------------

Ubicación		Características	
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas
Progresiva:	KM 10+131.00	Sección :	Circular / Ovalada
Zona :	17 S	Sentido :	I-D
Este:	744521.05	N.º Ojos :	1
Norte:	9362835.84	Manning	0.028
		Ø (Pulg.)	36"
		Long (m)	14.00
		Ancho (m)	-
		Alto (m)	-
		Esviaje (°)	0

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E08	H04
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E08	H04
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E08	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E03	H01
Protección de salida	T08	M10	E08	H04

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			

Conclusiones y Recomendaciones: Se recomienda cambiar por TMC de 48".

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 40
--	--	-------------------------

Ubicación		Características	
Ruta	PE-5N	Tipo :	Concreto
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de quebrada importante
Progresiva:	KM 10+532.00	Sección :	Pórtico
Zona :	17 S	Sentido :	I-D
Este:	744197.40	N.º Ojos :	1
Norte:	9363057.98	Manning	0.017

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E03	H03
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E06	H02
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E03	H03

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			3/3/2023

Conclusiones y Recomendaciones: Realizar trabajos de limpieza y realizar reparaciones a la estructura Mantener

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 41	
---	--	--	--	---------------------------------	--

Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento	Long (m)	22.00
Progresiva:	KM 10+605.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	744208.12	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9363130.29	Manning	0.03		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T03	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E04	H03
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H04
Protección de salida	T08	M10	E01	H04

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: La estructura está colmatada y presenta deformaciones en la tubería. Se recomienda cambiar por una TMC de 60" por encontrarse en curva y por estar ubicada muy debajo de la rasante de la vía. Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 42
--	--	-------------------------

Ubicación		Características	
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas
Progresiva:	KM 10+682.00	Sección :	Circular / Ovalada
Zona :	17 S	Sentido :	I-D
Este:	744268.83	N.º Ojos :	1
Norte:	9363180.48	Manning	0.026
		Ø (Pulg.)	36"
		Long (m)	14.70
		Ancho (m)	-
		Alto (m)	-
		Esviaje (°)	0

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H03
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T09	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso presenta sedimento y vegetación. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 43
--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	15.60
Progresiva:	KM 10+818.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	744405.81	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9363168.52	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillad		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 44	
---	--	--	--	-------------------------	--

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	13.40
Progresiva:	KM 11+174.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	744741.64	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9363059.96	Manning	0.025		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E08	H02
Estructura de recepción Entrada	T01	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H03
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T09	M10	E03	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillado		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: El emboquillado de entrada y en el emboquillado de salida están presentando roturas. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 45	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función:	Drenaje de Cunetas	Long (m)	13.20
Progresiva:	KM 11+314.00	Sección:	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	-
Este:	744839.80	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9362964.98	Manning	0.026		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03	
Estructura de recepción Entrada	T01	M01	E01	H03	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H03	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01	
Protección de salida	T09	M10	E01	H01	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro			3/3/2023		
Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso presenta sedimento y vegetación. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE			Ficha de Campo N° 46
--	--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	Ti	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	13.00
Progresiva:	KM 11+453.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	744932.29	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9362866.84	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T01	M01	E01	H04
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			3/3/2023

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE			Ficha de Campo N° 47
--	--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	11.40
Progresiva:	KM 11+887.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	745147.54	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9362939.59	Manning	0.026		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03
Estructura de recepción Entrada	T01	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H01
Protección de salida	T09	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso presenta sedimento y vegetación. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 48	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo:	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función:	Drenaje de Cunetas	Long (m)	12.90
Progresiva:	KM 12+109.00	Sección:	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona:	17 S	Sentido:	I-D	Alto (m)	-
Este:	745070.23	N.º Ojos:	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9363136.70	Manning	0.026		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03
Estructura de recepción Entrada	T01	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H03
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H03
Protección de salida	T09	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso presenta sedimento y vegetación. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar
--

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 49
--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	12.70
Progresiva:	KM 12+569.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	744854.21	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9363473.47	Manning	0.026		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03
Estructura de recepción Entrada	T01	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H03
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H03
Protección de salida	T09	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso presenta sedimento y vegetación. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 50	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	11.40
Progresiva:	KM 12+673.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	744790.58	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9363556.48	Manning	0.025		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E08	H02	
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H03	
Protección de salida	T09	M10	E03	H01	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinado	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: El emboquillado de entrada y en el emboquillado de salida están presentando roturas. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 51	
---	--	--	--	---------------------------------	--

Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de Cunetas	Long (m)	15.60
Progresiva:	KM 13+621.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	744581.54	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9364374.87	Manning	0.026		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H03
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H04
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H04
Protección de salida	T09	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: En el ingreso presenta sedimento y vegetación. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 52	
Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de quebrada importante	Long (m)	14.00
Progresiva:	KM 14+147.00	Sección :	Pórtico	Ancho (m)	4.50
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	1.50
Este:	744535.05	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9364898.35	Manning	0.015		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T10	-	-	-	
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E03	H03	
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E03	H03	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E03	H03	
Protección de salida	T08	M10	E01	H01	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: Realizar reparaciones en el cabezal de entrada y salida. Mantener					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 53	
---	--	--	--	---------------------------------	--

Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de quebrada secundaria	Long (m)	14.90
Progresiva:	KM 14+664.00	Sección :	Pórtico	Ancho (m)	1.00
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	1.00
Este:	744470.12	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9365408.96	Manning	0.015		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T10	-	-	-
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H03
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H03
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H03
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			3/3/2023

Conclusiones y Recomendaciones: Realizar reparaciones en el cabezal de entrada y salida. Mantener
--

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 54	
Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento	Long (m)	12.00
Progresiva:	KM 15+377.00	Sección :	Marco	Ancho (m)	1.00
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	1.00
Este:	744203.30	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9366062.36	Manning	0.016		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	-	-	-	-	
Estructura de recepción Entrada	-	-	-	-	
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H03	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H03	
Protección de salida	T08	M10	E01	H03	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro			3/3/2023		
Conclusiones y Recomendaciones: Se recomienda realizar trabajos de mantenimiento.					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 55	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Canal de riego	Long (m)	25.30
Progresiva:	KM 15+584.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	744101.51	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9366242.51	Manning	0.03		
Fotografía 1. Ingreso 		Fotografía 2. Salida 			
Fotografía 3. Panorámica 		Fotografía 4. Detalle 			
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E03	H04	
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E01	H05	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E04	H05	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E03	H05	
Protección de salida	T08	M10	E03	H04	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: Estructura asentada, con material de arrastre, se recomienda cambiar por TMC de 60" por encontrarse ubicada muy debajo de la rasante de la vía. Reemplazar					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 56	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	HDPE	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de quebrada secundaria	Long (m)	12.10
Progresiva:	KM 16+019.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	743889.14	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9366621.54	Manning	0.012		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	T02	M01	E08	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01
Estructura de recepción salida	T11	M01	E02	H01
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 57	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de quebrada secundaria	Long (m)	12.70
Progresiva:	KM 16+181.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	743809.35	N.º Ojos :	1	Esviaje (º)	0
Norte:	9366762.95	Manning	0.028		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E08	H04	
Estructura de recepción Entrada	-	-	-	-	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H05	
Estructura de recepción salida	T02	M01	E01	H05	
Protección de salida	T08	M10	E08	H04	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: Se recomienda cambiar por TMC de 48".					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 58	
Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	36"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de quebrada secundaria	Long (m)	13.80
Progresiva:	KM 16+680.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	743610.17	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9367212.97	Manning	0.025		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01	
Estructura de recepción Entrada	T03	M01	E01	H05	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H05	
Estructura de recepción salida	-	-	-	-	
Protección de salida	T10	-	-	-	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: No se tiene acceso al cabezal de salida por presencia de viviendas, se recomienda ser reemplazada por una MCA de 1.5x1.0 . Alcantarilla funcional. Reemplazar					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 59	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	48"
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de cunetas	Long (m)	32.00
Progresiva:	KM 18+395.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	743282.05	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	45° AH
Norte:	9368738.84	Manning	0.024		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01	
Estructura de recepción Entrada	-	-	-	-	
Cuerpo de la alcantarilla	T05	M05	E01	H01	
Estructura de recepción salida	T11	M01	E01	H01	
Protección de salida	T08	M10	E01	H01	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento.					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 60	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	KM 0+000.00	Función :	Pase de Agua	Long (m)	25.60
Progresiva:	KM 18+700.00	Sección :	Marco	Ancho (m)	1.00
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	1.00
Este:	743182.61	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9369026.47	Manning	0.018		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	0	0	0	0	
Estructura de recepción Entrada	T03	M01	E03	H03	
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E03	H03	
Estructura de recepción salida	-	M01	E01	-	
Protección de salida	0	0	0	0	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		1/0/1900			
Conclusiones y Recomendaciones:					

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 61
--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de cunetas	Long (m)	23.30
Progresiva:	KM 18+850.00	Sección :	Pórtico	Ancho (m)	1.00
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	1.00
Este:	743150.00	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	-
Norte:	9369096.00	Manning	0.013		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T10	-	-	-
Estructura de recepción Entrada	T07	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H01
Estructura de recepción salida	T07	M01	E01	H01
Protección de salida	T10	-	-	-

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro			

Conclusiones y Recomendaciones: No se tiene acceso al cabezal de salida por presencia de viviendas, la estructura está operativa. Mantener

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE		Ficha de Campo N° 62
--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de cunetas	Long (m)	17.00
Progresiva:	KM 19+210.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	1.20
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	0.80
Este:	742980.31	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	45° AH
Norte:	9369492.54	Manning	0.013		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T10	-	-	-
Estructura de recepción Entrada	T07	M01	E01	H01
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H01
Estructura de recepción salida	-	-	-	-
Protección de salida	T10	-	-	-

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: No se tiene acceso al cabezal de salida por presencia de viviendas, la estructura está operativa. Mantener

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE			Ficha de Campo N° 63
--	--	--	-------------------------

Ubicación		Características			
Ruta	PE-5N	Tipo :	TMC	Ø (Pulg.)	48
Tramo:	TI	Función :	Drenaje de quebrada secundaria	Long (m)	22.00
Progresiva:	KM 19+538.00	Sección :	Circular / Ovalada	Ancho (m)	-
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	-
Este:	742939.09	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9369810.71	Manning	0.024		

Fotografía 1. Ingreso



Fotografía 2. Salida



Fotografía 3. Panorámica



Fotografía 4. Detalle



Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica
Protección de entrada	T08	M10	E01	H01
Estructura de recepción Entrada	-	-	-	-
Cuerpo de la alcantarilla	-	-	-	-
Estructura de recepción salida	-	-	-	-
Protección de salida	T08	M10	E01	H01

Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejas	H06: Colapsada
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada	
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura	
T09: Bajante escalonada	M09: Otro		
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada		
T11: Muro		3/3/2023	

Conclusiones y Recomendaciones: Buen estado de conservación y mantenimiento. Se recomienda cambiar por TMC de 48". Reemplazar

FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS Y DRENAJE				Ficha de Campo N° 64	
Ubicación		Características			
Ruta:	PE-5N	Tipo :	Concreto	Ø (Pulg.)	-
Tramo:	TI	Función :	Encauzamiento	Long (m)	20.00
Progresiva:	KM 19+656.00	Sección :	Pórtico	Ancho (m)	1.00
Zona :	17 S	Sentido :	I-D	Alto (m)	1.00
Este:	742981.14	N.º Ojos :	1	Esviaje (°)	0
Norte:	9369919.62	Manning	0.015		
Fotografía 1. Ingreso		Fotografía 2. Salida			
					
Fotografía 3. Panorámica		Fotografía 4. Detalle			
					
Estructura	Tipo	Material	Cond. Estructural	Cond. Hidráulica	
Protección de entrada	T10	-	-	-	
Estructura de recepción Entrada	T01	M01	E05	H03	
Cuerpo de la alcantarilla	T07	M01	E01	H03	
Estructura de recepción salida	T07	M01	E01	H03	
Protección de salida	T08	M10	E01	H01	
Tipo Estructura	Material	Condición Estructural	Condición Hidráulica		
T01: Caja receptora	M01: Concreto	E01: Buen Estado	H01: Buen estado		
T02: Alero inclinado	M02: Mampostería	E02: Presenta Fisura	H02: Erosión		
T03: Alero recto	M03: Acero	E03: Presenta Grietas	H03: Sedimentación Parcial		
T04: Losa	M04: HDPE	E04: Asentamiento	H04: Colmatación		
T05: Tubería	M05: TMC	E05: Exposición acero	H05: Capacidad Insuficiente		
T06: Artesanal	M06: Piedra	E06: Cangrejeras	H06: Colapsada		
T07: Marco de concreto armado	M07: PVC	E07: Colapsada			
T08: Bajante inclinada	M08: Madera	E08: Rotura			
T09: Bajante escalonada	M09: Otro				
T10: Sin Estructura	M10: Piedra emboquillada				
T11: Muro		3/3/2023			
Conclusiones y Recomendaciones: Realizar reparaciones en el cabezal de entrada y salida. Mantener					

**ANEXO 3. DISEÑO DE CAPACIDAD
HIDRÀULICA DE ALCANTARILLAS TMC Y
MCA EXISTENTES**

***Nota:** las pendientes se observaron in situ.

Antes de proceder con el cálculo hidráulico de las alcantarillas, se deben considerar los siguientes aspectos:

* Los tirantes en la entrada y salida fueron estimados en campo.

Tabla 44: Datos de campo de alcantarillas

PRG. KM	Caudal Hidro. (m³/s)	D"	Pendiente (So)	Material	Coef. Rug. n	% de sat.
0+111	0.584	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
0+208	0.544	36"	2.0%	TMC	0.025	0%
0+304	0.710	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
0+440	0.500	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
0+606	1.028	36"	2.0%	TMC	0.027	25%
0+765	0.643	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
0+875	0.862	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
1+008	0.537	36"	2.0%	TMC	0.028	50%
1+094	0.451	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
1+172	0.822	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
1+342	0.431	36"	2.0%	TMC	0.028	0%
1+412	0.630	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
1+512	0.106	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
1+548	0.500	36"	2.0%	TMC	0.028	100%
1+692	1.864	36"	2.0%	TMC	0.029	50%
2+028	0.776	36"	2.0%	TMC	0.028	100%
2+150	0.352	36"	2.0%	TMC	0.027	0%
2+225	1.728	48"	2.0%	TMC	0.024	0%
2+608	0.500	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
2+878	0.500	48"	2.0%	TMC	0.027	0%
3+018	0.500	36"	2.0%	TMC	0.028	50%
3+168	2.521	48"	2.0%	TMC	0.026	0%
3+535	0.500	36"	2.0%	TMC	0.028	100%
3+723	9.747	36"	2.0%	TMC	0.028	100%
4+164	0.425	48"	2.0%	TMC	0.028	100%

PRG. KM	Caudal Hidro. (m³/s)	D"	Pendiente (So)	Material	Coef. Rug. n	% de sat.
4+435	0.500	48"	2.0%	TMC	0.024	0%
6+663	0.500	48"	2.0%	TMC	0.028	100%
7+139	0.500	36"	2.0%	TMC	0.028	50%
8+340	0.500	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
8+919	0.500	36"	2.0%	TMC	0.027	25%
9+640	0.500	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
10+131	1.741	36"	2.0%	TMC	0.028	100%
10+605	0.500	36"	2.0%	TMC	0.030	75%
10+682	0.234	36"	2.0%	TMC	0.027	25%
10+818	0.500	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
11+174	0.340	36"	2.0%	TMC	0.025	0%
11+314	0.343	36"	2.0%	TMC	0.027	25%
11+453	0.606	36"	2.0%	TMC	0.024	0%
11+887	0.765	36"	2.0%	TMC	0.027	25%
12+109	0.894	36"	2.0%	TMC	0.027	25%
12+569	1.824	36"	2.0%	TMC	0.028	50%
12+673	0.395	36"	2.0%	TMC	0.025	0%
13+621	0.656	36"	2.0%	TMC	0.028	75%
15+584	0.500	36"	2.0%	TMC	0.030	75%
16+019	3.281	36"	2.0%	HDPE	0.012	0%
16+181	0.500	36"	2.0%	TMC	0.028	100%
16+680	8.469	36"	2.0%	TMC	0.025	0%
18+395	0.984	48"	2.0%	TMC	0.024	0%
19+538	4.634	48"	2.0%	TMC	0.024	0%

Tabla 45: Tirantes de ingreso y salida

PRG. KM	Caudal Hidro (m³/s)	D (m)	Y ₁	Y ₁ /D o Y ₁ /H	Y ₄	% de sat.
0+111	0.584	0.90	0.400	0.444	0.100	0%
0+208	0.544	0.90	0.700	0.778	0.450	0%
0+304	0.710	0.90	0.400	0.444	0.100	0%

PRG. KM	Caudal Hidro (m³/s)	D (m)	Y ₁	Y ₁ /D o Y1/H	Y ₄	% de sat.
0+440	0.500	0.90	0.400	0.444	0.100	0%
0+606	1.028	0.90	0.175	0.259	0.075	25%
0+765	0.643	0.90	0.250	0.278	0.100	0%
0+875	0.862	0.90	0.300	0.333	0.150	0%
1+008	0.537	0.90	0.150	0.333	0.050	50%
1+094	0.451	0.90	0.650	0.722	0.500	0%
1+172	0.822	0.90	0.200	0.222	0.100	0%
1+342	0.431	0.90	0.500	0.556	0.200	0%
1+412	0.630	0.90	0.450	0.500	0.300	0%
1+512	0.106	0.90	0.200	0.222	0.100	0%
1+548	0.500	0.90	0.000	0.000	0.000	100%
1+692	1.864	0.90	0.100	0.222	0.050	50%
2+028	0.776	0.90	0.000	0.000	0.000	100%
2+150	0.352	0.90	0.450	0.500	0.300	0%
2+225	1.728	1.20	0.320	0.267	0.150	0%
2+608	0.500	0.90	0.200	0.222	0.100	0%
2+878	0.500	1.20	0.500	0.417	0.300	0%
3+018	0.500	0.90	0.100	0.222	0.050	50%
3+168	2.521	1.20	0.500	0.417	0.350	0%
3+535	0.500	0.90	0.000	0.000	0.000	100%
3+723	9.747	0.90	0.000	0.000	0.000	100%
4+164	0.425	1.20	0.000	0.000	0.000	100%
4+435	0.500	1.20	0.170	0.142	0.100	0%
6+663	0.500	1.20	0.000	0.000	0.000	100%
7+139	0.500	0.90	0.100	0.222	0.050	50%
8+340	0.500	0.90	0.450	0.500	0.200	0%
8+919	0.500	0.90	0.155	0.230	0.075	25%
9+640	0.500	0.90	0.400	0.444	0.250	0%
10+131	1.741	0.90	0.000	0.000	0.000	100%
10+605	0.500	0.90	0.225	1.000	0.175	75%
10+682	0.234	0.90	0.345	0.511	0.225	25%
10+818	0.500	0.90	0.200	0.222	0.100	0%
11+174	0.340	0.90	0.500	0.556	0.200	0%
11+314	0.343	0.90	0.225	0.333	0.075	25%
11+453	0.606	0.90	0.450	0.500	0.250	0%
11+887	0.765	0.90	0.175	0.259	0.075	25%
12+109	0.894	0.90	0.175	0.259	0.075	25%
12+569	1.824	0.90	0.100	0.222	0.020	50%
12+673	0.395	0.90	0.400	0.444	0.200	0%
13+621	0.656	0.90	0.075	0.333	0.025	75%
15+584	0.500	0.90	0.075	0.333	0.025	75%
16+019	3.281	0.90	0.550	0.611	0.400	0%
16+181	0.500	0.90	0.000	0.000	0.000	100%
16+680	8.469	0.90	0.650	0.722	0.500	0%
18+395	0.984	1.20	0.370	0.308	0.250	0%
19+538	4.634	1.20	0.350	0.292	0.200	0%

Tabla 46: Tirantes de ingreso, salida y crítico.

Obra de Arte N°	PRG. KM	D (m)	Yc	Y ₄ /Yc	Y ₄ /D o Y ₄ /H	% de sat.
1	0+111	0.90	0.448	0.223	0.111	0%
2	0+208	0.90	0.433	1.040	0.500	0%
3	0+304	0.90	0.494	0.202	0.111	0%
4	0+440	0.90	0.415	0.241	0.111	0%
5	0+606	0.90	0.375	0.200	0.111	25%
6	0+765	0.90	0.470	0.213	0.111	0%
7	0+875	0.90	0.545	0.275	0.167	0%
8	1+008	0.90	0.430	0.116	0.111	50%
9	1+094	0.90	0.394	1.269	0.556	0%
10	1+172	0.90	0.532	0.188	0.111	0%
11	1+342	0.90	0.385	0.519	0.222	0%
12	1+412	0.90	0.466	0.644	0.333	0%
13	1+512	0.90	0.191	0.523	0.111	0%
14	1+548	0.90	-	-	-	100%
15	1+692	0.90	0.440	0.114	0.111	50%
16	2+028	0.90	-	-	-	100%
17	2+150	0.90	0.348	0.863	0.333	0%
18	2+225	1.20	0.715	0.210	0.125	0%
19	2+608	0.90	0.415	0.241	0.111	0%
20	2+878	1.20	0.385	0.780	0.250	0%
21	3+018	0.90	0.412	0.121	0.111	50%
22	3+168	1.20	0.864	0.405	0.292	0%
23	3+535	0.90	-	-	-	100%
24	3+723	0.90	-	-	-	100%
25	4+164	1.20	-	-	-	100%
26	4+435	1.20	0.385	0.260	0.083	0%
27	6+663	1.20	-	-	-	100%
28	7+139	0.90	0.412	0.121	0.111	50%
29	8+340	0.90	0.415	0.482	0.222	0%
30	8+919	0.90	0.187	0.401	0.111	25%
31	9+640	0.90	0.415	0.603	0.278	0%
32	10+131	0.90	-	-	-	100%
33	10+605	0.90	0.412	0.425	0.778	75%
34	10+682	0.90	0.053	4.278	0.333	25%
35	10+818	0.90	0.415	0.241	0.111	0%
36	11+174	0.90	0.342	0.585	0.222	0%
37	11+314	0.90	0.113	0.663	0.111	25%
38	11+453	0.90	0.547	0.457	0.556	0%
39	11+887	0.90	0.290	0.259	0.111	25%
40	12+109	0.90	0.333	0.225	0.111	25%
41	12+569	0.90	0.440	0.045	0.044	50%
42	12+673	0.90	0.368	0.543	0.222	0%
43	13+621	0.90	0.475	0.053	0.111	75%
44	15+584	0.90	0.412	0.061	0.111	75%

Obra de Arte N°	PRG. KM	D (m)	Yc	Y ₄ /Yc	Y ₄ /D o Y ₄ /H	% de sat.
45	16+019	0.90	1.062	0.376	0.444	0%
46	16+181	0.90	-	-	-	100%
47	16+680	0.90	1.707	0.293	0.556	0%
48	18+395	1.20	0.540	0.463	0.208	0%
49	19+538	1.20	1.172	0.171	0.167	0%

Tabla 47: Tirantes de ingreso, salida y crítico.

Obra de Arte N°	θ (rad)	A (m²)	P (m)	Rh (m)	Sc (m/m)
1	3.13	0.32	1.410	0.224	0.014
2	3.06	0.30	1.379	0.219	0.015
3	3.34	0.36	1.502	0.238	0.015
4	2.98	0.29	1.343	0.213	0.014
5	2.81	0.25	1.263	0.199	0.106
6	3.23	0.34	1.455	0.231	0.015
7	3.57	0.40	1.604	0.251	0.017
8	3.05	0.30	1.374	0.218	0.019
9	2.89	0.27	1.301	0.206	0.013
10	3.51	0.39	1.579	0.248	0.016
11	2.85	0.26	1.284	0.202	0.018
12	3.21	0.33	1.445	0.230	0.015
13	1.92	0.10	0.862	0.114	0.012
14	-	-	-	-	-
15	3.10	0.31	1.394	0.222	0.228
16	-	-	-	-	-
17	2.68	0.23	1.207	0.188	0.016
18	3.53	0.70	2.117	0.332	0.015
19	2.98	0.29	1.343	0.213	0.014
20	2.41	0.31	1.445	0.217	0.014
21	2.97	0.28	1.338	0.212	0.019
22	4.05	0.87	2.432	0.359	0.022
23	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-

Obra de Arte N°	θ (rad)	A (m²)	P (m)	Rh (m)	Sc (m/m)
26	2.41	0.31	1.445	0.217	0.011
27	-	-	-	-	-
28	2.97	0.28	1.338	0.212	0.019
29	2.98	0.29	1.343	0.213	0.014
30	1.89	0.10	0.852	0.112	0.367
31	2.98	0.29	1.343	0.213	0.014
32	-	-	-	-	-
33	2.97	0.28	1.337	0.212	0.022
34	0.98	0.01	0.440	0.034	16.082
35	2.98	0.29	1.343	0.213	0.014
36	2.66	0.22	1.196	0.186	0.014
37	1.45	0.05	0.653	0.071	1.357
38	3.58	0.40	1.609	0.251	0.008
39	2.41	0.18	1.086	0.163	0.153
40	2.61	0.21	1.177	0.182	0.124
41	3.10	0.31	1.394	0.222	0.203
42	2.78	0.25	1.250	0.196	0.014
43	3.25	0.34	1.463	0.233	0.020
44	2.97	0.28	1.337	0.212	0.022
45	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-
48	2.94	0.49	1.765	0.280	0.013
49	5.67	1.12	3.400	0.331	0.043

Tabla 48: Relaciones para determinar tipo de flujo.

Obra de Arte N°	Y ₁ /D >1	Y ₁ /D <1.5	Y ₁ /D <1.5	Y ₄ /Yc <1	Y ₄ /D <=1	So<Sc
1	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
2	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso
3	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
4	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
5	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
6	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
7	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso

Obra de Arte N°	$Y_1/D > 1$	$Y_1/D < 1.5$	$Y_1/D < 1.5$	$Y_4/Y_c < 1$	$Y_4/D \leq 1$	$So < Sc$
8	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
9	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso
10	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
11	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
12	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
13	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
14	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
15	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
16	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
17	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
18	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
19	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
20	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
21	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
22	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
23	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
24	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
25	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
26	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
27	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
28	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
29	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
30	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
31	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
32	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
33	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
34	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero
35	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
36	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
37	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
38	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
39	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
40	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
41	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
42	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
43	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
44	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
45	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
46	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
47	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
48	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
49	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero

Tabla 49: Tipo de flujo en alcantarillas.

Obra de Arte N°	TIPO DE FLUJO DE ALCANTARILLA
1	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
2	FLUJO TIPO 3 EN TODA LA ALCANTARILLA
3	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
4	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
5	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
6	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
7	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
8	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
9	FLUJO TIPO 3 EN TODA LA ALCANTARILLA
10	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
11	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
12	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
13	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
14	ALCANTARILLA COLMATADA EN TODA SU LONGITUD
15	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
16	ALCANTARILLA COLMATADA EN TODA SU LONGITUD
17	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
18	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
19	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
20	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
21	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
22	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
23	ALCANTARILLA COLMATADA EN TODA SU LONGITUD
24	ALCANTARILLA COLMATADA EN TODA SU LONGITUD
25	ALCANTARILLA COLMATADA EN TODA SU LONGITUD
26	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
27	ALCANTARILLA COLMATADA EN TODA SU LONGITUD
28	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
29	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
30	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
31	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
32	ALCANTARILLA COLMATADA EN TODA SU LONGITUD
33	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
34	FLUJO TIPO 3 EN TODA LA ALCANTARILLA
35	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
36	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
37	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
38	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
39	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
40	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
41	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
42	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
43	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
44	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA

45	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
46	ALCANTARILLA COLMATADA EN TODA SU LONGITUD
47	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA
48	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA
49	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA

Tabla 50: Caudal de diseño o capacidad hidráulica.

Obra de Arte N°	$Y_1/D > 1$	C_D	Y_c	θ (rad)	A (m²)	Caudal de Diseño (m³/s)
1	0.4444	0.900	0.448	3.133	0.316	0.798
2	0.7778	0.900	0.433	3.064	0.302	1.009
3	0.4444	0.900	0.494	3.338	0.358	0.902
4	0.4444	0.900	0.415	2.985	0.286	0.722
5	0.2593	0.900	0.375	2.806	0.251	0.418
6	0.2778	0.900	0.470	3.233	0.337	0.671
7	0.3333	0.900	0.545	3.565	0.403	0.879
8	0.3333	0.900	0.430	3.052	0.300	0.463
9	0.7222	0.900	0.394	2.892	0.268	0.861
10	0.2222	0.900	0.532	3.508	0.391	0.698
11	0.5556	0.900	0.385	2.852	0.260	0.733
12	0.5000	0.900	0.466	3.211	0.332	0.888
13	0.2222	0.900	0.191	1.915	0.099	0.176
14	-	-	-	-	-	-
15	0.2222	0.800	0.440	3.097	0.309	0.346
16	-	-	-	-	-	-
17	0.5000	0.900	0.348	2.683	0.227	0.607
18	0.2667	0.900	0.715	3.529	0.703	1.586
19	0.2222	0.900	0.415	2.985	0.286	0.511
20	0.4167	0.900	0.385	2.408	0.313	0.882
21	0.2222	0.800	0.412	2.973	0.284	0.318
22	0.4167	0.900	0.864	4.053	0.872	2.458
23	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-
26	0.1417	0.900	0.385	2.408	0.313	0.514
27	-	-	-	-	-	-
28	0.2222	0.900	0.412	2.973	0.284	0.358
29	0.5000	0.900	0.415	2.985	0.286	0.766
30	0.2296	0.900	0.187	1.894	0.096	0.150
31	0.4444	0.900	0.415	2.985	0.286	0.722
32	-	-	-	-	-	-
33	1.0000	0.900	0.412	2.972	0.284	0.537
34	0.5111	0.900	0.053	0.977	0.015	0.035
35	0.2222	0.900	0.415	2.985	0.286	0.511
36	0.5556	0.900	0.342	2.657	0.222	0.625
37	0.3333	0.900	0.113	1.450	0.046	0.088

Obra de Arte N°	$Y_1/D > 1$	C_D	Y_c	θ (rad)	A (m²)	Caudal de Diseño (m³/s)
38	0.5000	0.900	0.547	3.576	0.405	1.082
39	0.2593	0.900	0.290	2.413	0.177	0.295
40	0.2593	0.800	0.333	2.615	0.214	0.317
41	0.2222	0.800	0.440	3.097	0.309	0.346
42	0.4444	0.900	0.368	2.777	0.245	0.618
43	0.3333	0.800	0.475	3.251	0.340	0.330
44	0.3333	0.800	0.412	2.972	0.284	0.275
45	0.6111	0.800	1.062	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-
47	0.7222	0.800	1.707	-	-	-
48	0.3083	0.900	0.540	2.941	0.494	1.197
49	0.2917	0.900	1.172	5.666	1.124	2.651

Tabla 51: Comparación del caudal de diseño e hidrológico.

VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA ALCANTARILLAS TMC							
Obra de Arte N°	PRG. KM	Ø	(So) (m/m)	Manning	Caudal de Diseño (m³/s)	Caudal Hidrológico (m³/s)	Verificación
1	0+111	36	0.02	0.024	0.798	0.584	OK
2	0+208	36	0.02	0.025	1.009	0.544	OK
3	0+304	36	0.02	0.024	0.902	0.710	OK
4	0+440	36	0.02	0.024	0.722	0.500	OK
5	0+606	36	0.02	0.027	0.418	1.028	Modificar diámetro
6	0+765	36	0.02	0.024	0.671	0.643	OK
7	0+875	36	0.02	0.024	0.879	0.862	OK
8	1+008	36	0.02	0.028	0.463	0.537	Modificar diámetro
9	1+094	36	0.02	0.024	0.861	0.451	OK
10	1+172	36	0.02	0.024	0.698	0.822	Modificar diámetro
11	1+342	36	0.02	0.028	0.733	0.431	OK
12	1+412	36	0.02	0.024	0.888	0.630	OK
13	1+512	36	0.02	0.024	0.176	0.106	OK
14	1+548	36	0.02	0.028	-	0.500	-
15	1+692	36	0.02	0.029	0.346	1.864	Modificar diámetro
16	2+028	36	0.02	0.028	-	0.776	-
17	2+150	36	0.02	0.027	0.607	0.352	OK
18	2+225	48	0.02	0.024	1.586	1.728	Modificar diámetro
19	2+608	36	0.02	0.024	0.511	0.500	OK
20	2+878	48	0.02	0.027	0.882	0.500	OK
21	3+018	36	0.02	0.028	0.318	0.500	Modificar diámetro
22	3+168	48	0.02	0.026	2.458	2.521	Modificar diámetro

VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA ALCANTARILLAS TMC							
Obra de Arte N°	PRG. KM	Ø	(So) (m/m)	Manning	Caudal de Diseño (m³/s)	Caudal Hidrológico (m³/s)	Verificación
23	3+535	36	0.02	0.028	-	0.500	-
24	3+723	36	0.02	0.028	-	9.747	-
25	4+164	48	0.02	0.028	-	0.425	-
26	4+435	48	0.02	0.024	0.514	0.500	OK
27	6+663	48	0.02	0.028	-	0.500	-
28	7+139	36	0.02	0.028	0.358	0.500	Modificar diámetro
29	8+340	36	0.02	0.024	0.766	0.500	OK
30	8+919	36	0.02	0.027	0.150	0.500	Modificar diámetro
31	9+640	36	0.02	0.024	0.722	0.500	OK
32	10+131	36	0.02	0.028	-	1.741	-
33	10+605	36	0.02	0.03	0.537	0.500	OK
34	10+682	36	0.02	0.027	0.035	0.234	Modificar diámetro
35	10+818	36	0.02	0.024	0.511	0.500	OK
36	11+174	36	0.02	0.025	0.625	0.340	OK
37	11+314	36	0.02	0.027	0.088	0.343	Modificar diámetro
38	11+453	36	0.02	0.024	1.082	0.606	OK
39	11+887	36	0.02	0.027	0.295	0.765	Modificar diámetro
40	12+109	36	0.02	0.027	0.317	0.894	Modificar diámetro
41	12+569	36	0.02	0.028	0.346	1.824	Modificar diámetro
42	12+673	36	0.02	0.025	0.618	0.395	OK
43	13+621	36	0.02	0.028	0.330	0.656	Modificar diámetro
44	15+584	36	0.02	0.03	0.275	0.500	Modificar diámetro
45	16+019	36	0.02	0.012	-	3.281	-
46	16+181	36	0.02	0.028	-	0.500	-
47	16+680	36	0.02	0.025		8.469	-
48	18+395	48	0.02	0.024	1.197	0.984	OK
49	19+538	48	0.02	0.024	2.651	4.634	Modificar diámetro

Tabla 52: Capacidad hidráulica de alcantarillas MCA – Drenaje de cunetas y encauzamientos.

PRG. KM	Caudal Hidrológico (m³/s)	ANCHO B (m)	ALTO (m)	Pendiente (So)	Material	Coef. Rug. n
0+034	0.325	0.6	0.6	2.0%	Concreto	0.022
5+935	0.500	1.0	1.0	2.0%	Concreto	0.013
6+254	6.628	3.5	1.3	2.0%	Concreto	0.025
6+412	0.500	1.0	1.0	2.0%	Concreto	0.013
8+178	0.478	1.0	1.0	2.0%	Concreto	0.014
8+475	0.500	1.0	1.0	2.0%	Concreto	0.013
8+555	0.500	1.0	1.0	2.0%	Concreto	0.022
10+532	13.768	3.0	2.0	2.0%	Concreto	0.017
14+147	10.579	4.5	1.5	2.0%	Concreto	0.026
14+664	3.443	1.0	1.0	2.0%	Concreto	0.022
15+377	0.500	1.0	1.0	2.0%	Concreto	0.016
18+700	0.500	1.0	1.0	2.0%	Concreto	0.018
18+850	0.500	1.0	1.0	2.0%	Concreto	0.013
19+210	0.500	1.2	0.8	2.0%	Concreto	0.013
19+656	0.500	1.0	1.0	2.0%	Concreto	0.020

Tabla 53: Estimación de tirantes en el ingreso y salida.

PRG. KM	Caudal Hidrológico (m³/s)	Ancho B (m)	Alto H (m)	Y ₁	Y ₁ /H	Y ₄	% de saturación
0+034	0.325	0.60	0.45	0.150	0.333	0.050	25%
5+935	0.500	1.00	1.00	0.500	0.500	0.250	-
6+254	6.628	3.50	0.98	0.175	0.179	0.075	25%
6+412	0.500	1.00	1.00	0.500	0.500	0.300	-
8+178	0.478	1.00	1.00	0.450	0.450	0.200	-
8+475	0.500	1.00	1.00	0.400	0.400	0.200	-
8+555	0.500	1.00	0.75	0.250	0.333	0.200	25%
10+532	13.768	3.00	2.00	0.800	0.400	0.250	-
14+147	10.579	4.50	1.13	0.125	0.111	0.025	25%
14+664	3.443	1.00	0.75	0.250	0.333	0.100	25%
15+377	0.500	1.00	1.00	0.000	0.000	0.000	100%
18+700	0.500	1.00	1.00	0.400	0.400	0.100	-
18+850	0.500	1.00	1.00	0.550	0.550	0.400	-
19+210	0.500	1.20	0.80	0.400	0.500	0.200	-
19+656	0.500	1.00	0.75	0.150	0.200	0.050	25%

Tabla 54: Estimación de tirantes críticos y áreas, perímetros, radio hidráulico.

Obra de Arte N°	PRG. KM	Ancho B (m)	Alto H (m)	Yc	Yc/H	Y4/Yc	Y4/H	Obra de Arte N°	Perimetro P (m)	A (m²)	Rh (m)	Sc (m/m)
1	0+034	0.60	0.45	0.310	0.690	0.161	0.111	1	1.22	0.19	0.153	0.018
2	5+935	1.00	1.00	0.294	0.294	0.850	0.250	2	1.59	0.29	0.185	0.005
3	6+254	3.50	0.98	0.715	0.733	0.105	0.077	3	4.93	2.50	0.508	0.011
4	6+412	1.00	1.00	0.294	0.294	1.019	0.300	4	1.59	0.29	0.185	0.005
5	8+178	1.00	1.00	0.286	0.286	0.700	0.200	5	1.57	0.29	0.182	0.005
6	8+475	1.00	1.00	0.294	0.294	0.680	0.200	6	1.59	0.29	0.185	0.005
7	8+555	1.00	0.75	0.294	0.392	0.680	0.267	7	1.59	0.29	0.185	0.013
8	10+532	3.00	2.00	1.290	0.645	0.194	0.125	8	5.58	3.87	0.694	0.006
9	14+147	4.50	1.13	0.826	0.734	0.030	0.022	9	6.15	3.72	0.604	0.011
10	14+664	1.00	0.75	1.065	1.420	0.094	0.133	10	3.13	1.07	0.340	0.021
11	15+377	1.00	1.00	0.294	0.294	0.000	0.000	11	1.59	0.29	0.185	0.007
12	18+700	1.00	1.00	0.294	0.294	0.340	0.100	12	1.59	0.29	0.185	0.009
13	18+850	1.00	1.00	0.294	0.294	1.359	0.400	13	1.59	0.29	0.185	0.005
14	19+210	1.20	0.80	0.261	0.326	0.767	0.250	14	1.72	0.31	0.182	0.004
15	19+656	1.00	0.75	0.294	0.392	0.170	0.067	15	1.59	0.29	0.185	0.011

Tabla 55: Relaciones para determinar el tipo de flujo en alcantarillas.

Obra de Arte N°	Y1/H >1	Y1/H >=1.5	Y1/H <1.5	Y4/Yc <1	Y4/H <=1	So<Sc
1	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
2	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
3	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
4	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso
5	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
6	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
7	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
8	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
9	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
10	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
11	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
12	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
13	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso
14	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso
15	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso

Tabla 56: Tipo de flujo en alcantarillas.

Obra de Arte N°	TIPO DE FLUJO DE ALCANTARILLA	% de saturación
1	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	25%
2	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	-
3	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	25%
4	FLUJO TIPO 3 EN TODA LA ALCANTARILLA	-

Obra de Arte N°	TIPO DE FLUJO DE ALCANTARILLA	% de saturación
5	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	-
6	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	-
7	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	25%
8	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	-
9	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	25%
10	FLUJO TIPO 2 EN TODA LA ALCANTARILLA	25%
11	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	100%
12	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	-
13	FLUJO TIPO 3 EN TODA LA ALCANTARILLA	-
14	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	-
15	FLUJO TIPO 1 EN TODA LA ALCANTARILLA	25%

Tabla 57: Caudal de diseño de alcantarillas.

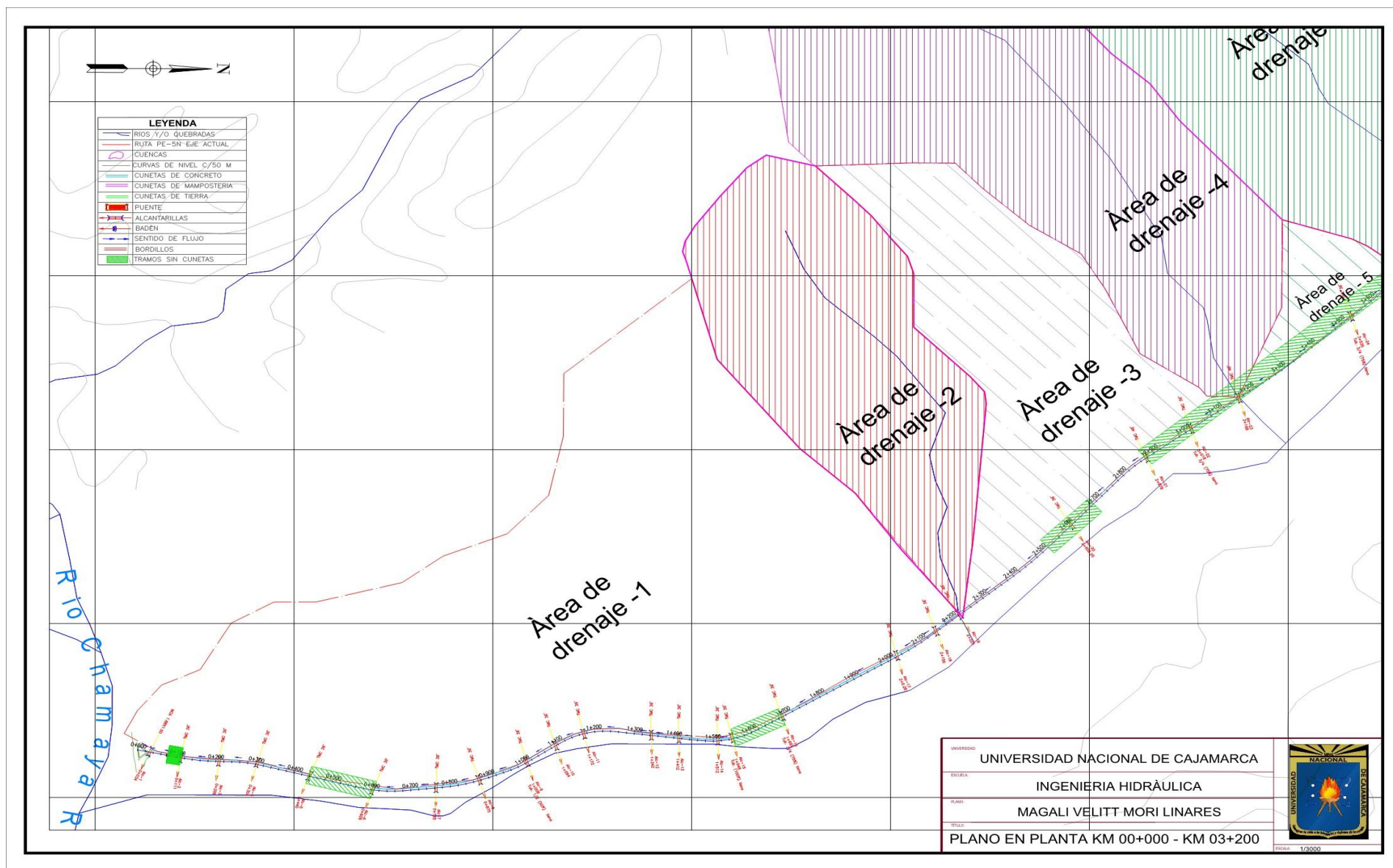
Obra de Arte N°	$Y_1/H > 1$	C_D	Y_c	Ancho B (m)	A (m²)	Caudal de Diseño (m³/s)
1	0.3333	0.50	0.310	0.600	0.186	0.160
2	0.5000	0.50	0.294	1.000	0.294	0.461
3	0.1795	0.50	0.715	3.500	2.503	2.319
4	0.5000	0.50	0.294	1.000	0.294	0.461
5	0.4500	0.50	0.286	1.000	0.286	0.424
6	0.4000	0.50	0.294	1.000	0.294	0.412
7	0.3333	0.50	0.294	1.000	0.294	0.326
8	0.4000	0.50	1.290	3.000	3.870	7.666
9	0.1111	0.50	0.826	4.500	3.717	2.910
10	0.3333	0.50	1.065	1.000	1.065	1.179
11	0.0000	0.50	0.294	1.000	0.294	-
12	0.4000	0.50	0.294	1.000	0.294	0.412
13	0.5500	0.50	0.294	1.000	0.294	0.483
14	0.5000	0.50	0.261	1.200	0.313	0.438
15	0.2000	0.50	0.294	1.000	0.294	0.252

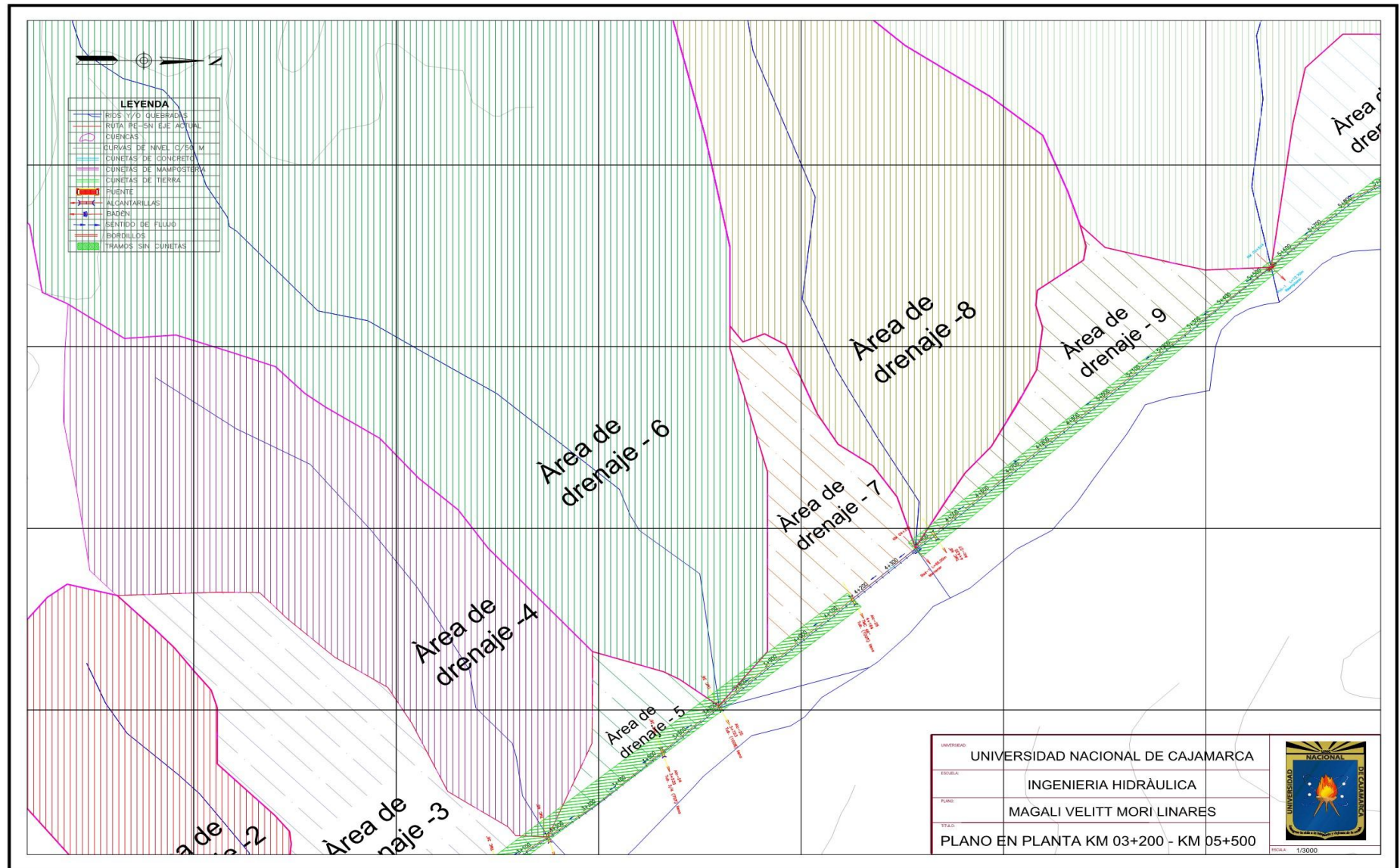
Tabla 58: Verificación de capacidad hidráulica.

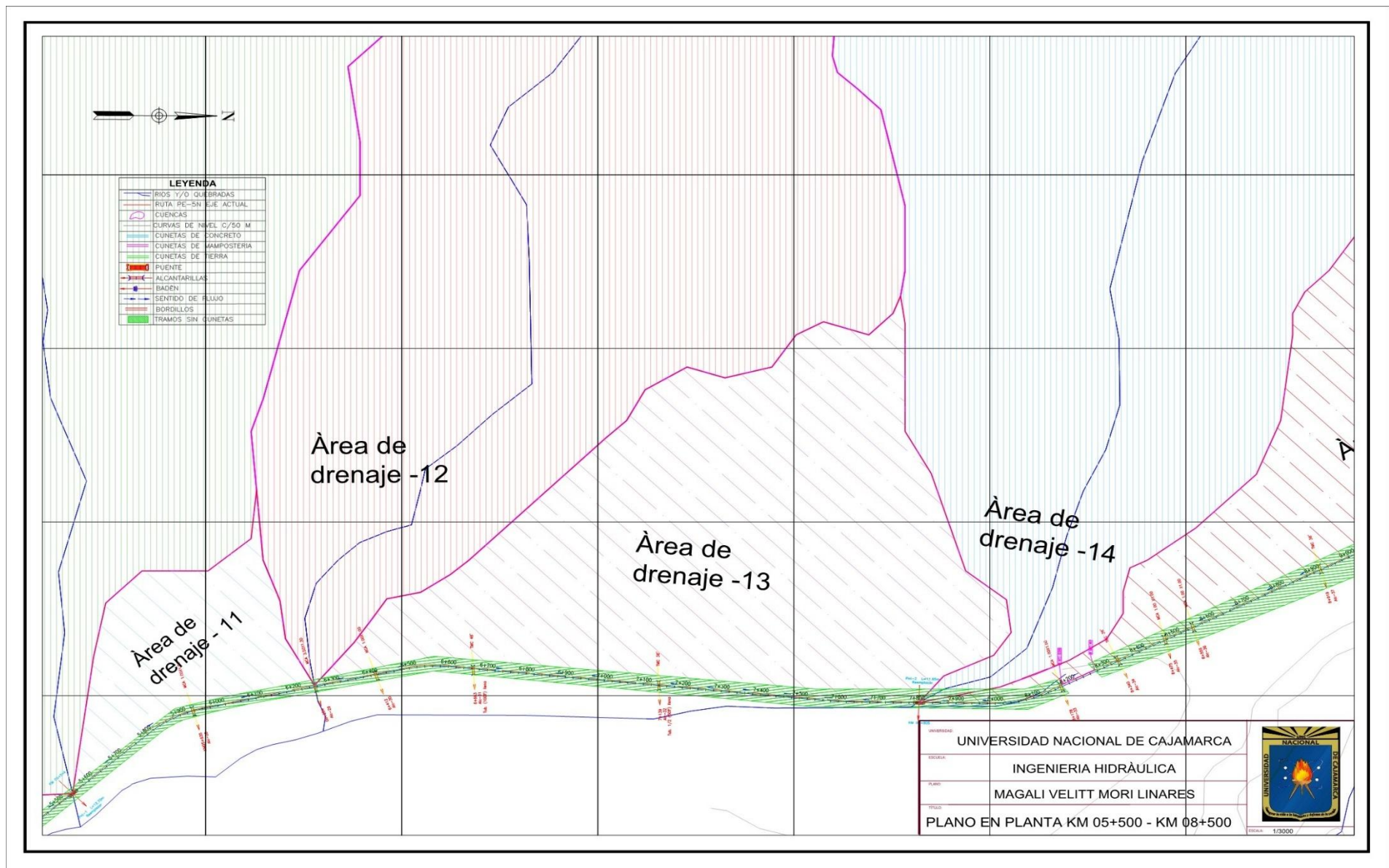
VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA ALCANTARILLAS TMC							
Obra de Arte N°	PRG. KM	ALTO (m)	(So) (m/m)	Manning	Caudal de Diseño (m³/s)	Caudal Hidrológico (m³/s)	Verificacion
1	0+034	0.6	0.02	0.022	0.160	0.325	Mod. Dimensiones
2	5+935	1.0	0.02	0.013	0.461	0.500	Mod. Dimensiones
3	6+254	1.3	0.02	0.025	2.319	6.628	Mod. Dimensiones
4	6+412	1.0	0.02	0.013	0.461	0.500	Mod. Dimensiones
5	8+178	1.0	0.02	0.014	0.424	0.478	Mod. Dimensiones

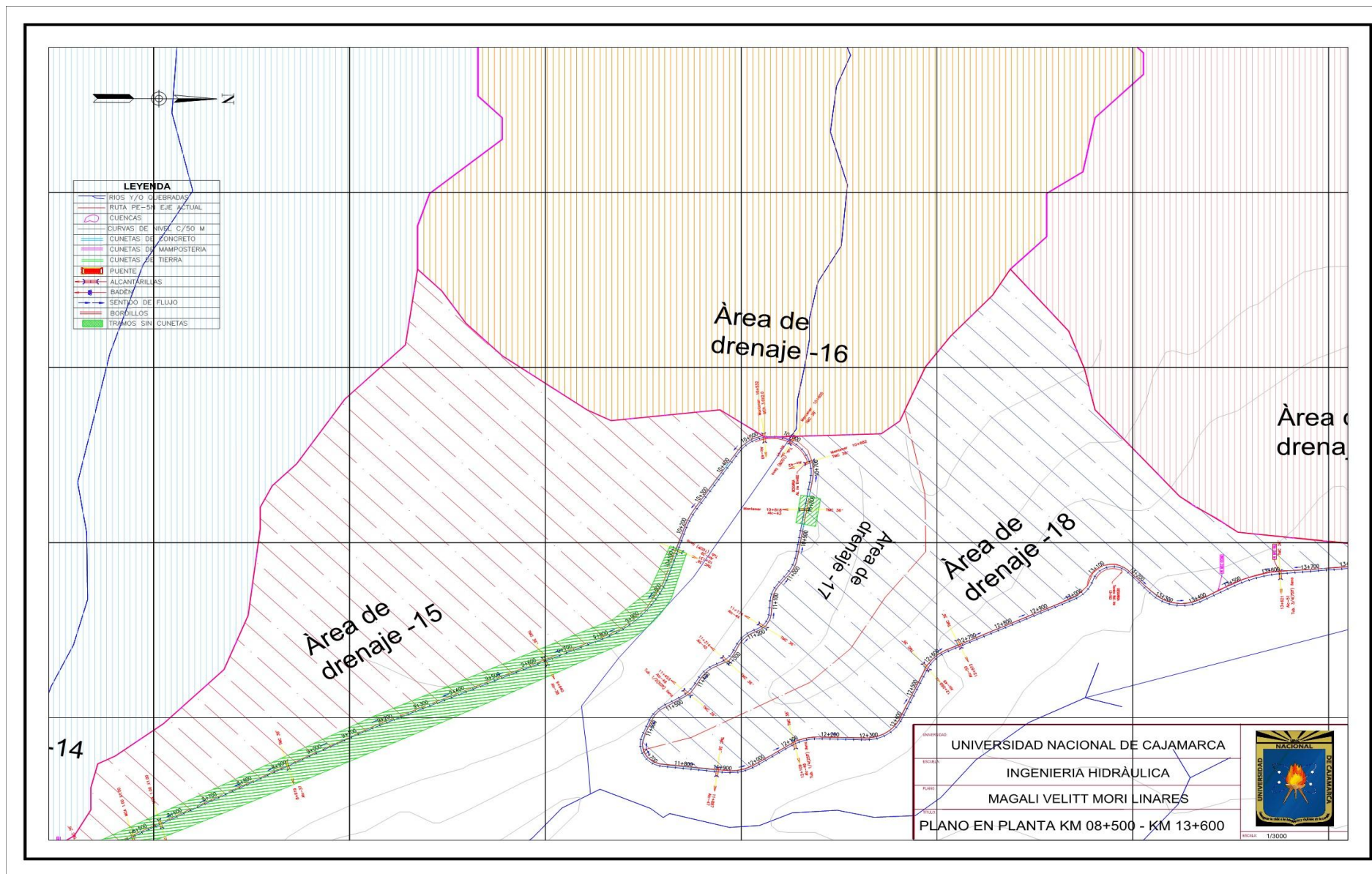
VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA ALCANTARILLAS TMC							
Obra de Arte N°	PRG. KM	ALTO (m)	(So) (m/m)	Manning	Caudal de Diseño (m³/s)	Caudal Hidrológico (m³/s)	Verificacion
6	8+475	1.0	0.02	0.013	0.412	0.500	Mod. Dimensiones
7	8+555	1.0	0.02	0.022	0.326	0.500	Mod. Dimensiones
8	10+532	2.0	0.02	0.017	7.666	13.768	Mod. Dimensiones
9	14+147	1.5	0.02	0.026	2.910	10.579	Mod. Dimensiones
10	14+664	1.0	0.02	0.022	1.179	3.443	Mod. Dimensiones
11	15+377	1.0	0.02	0.016	-	0.500	-
12	18+700	1.0	0.02	0.018	0.412	0.500	Mod. Dimensiones
13	18+850	1.0	0.02	0.013	0.483	0.500	Mod. Dimensiones
14	19+210	0.8	0.02	0.013	0.438	0.500	Mod. Dimensiones
15	19+656	1.0	0.02	0.02	0.252	0.500	Mod. Dimensiones

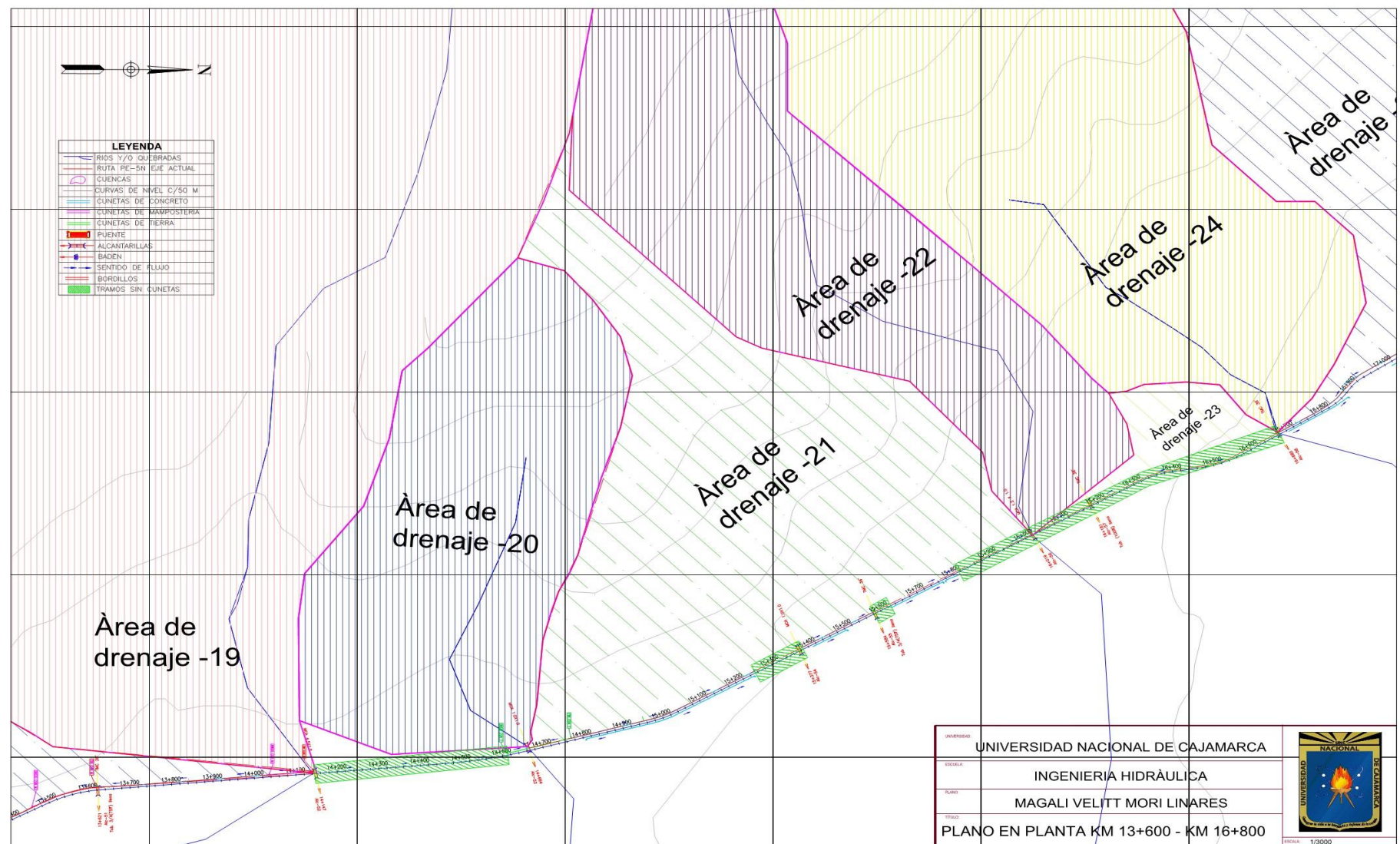
ANEXO 4. PLANOS DE DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE DRENAJE

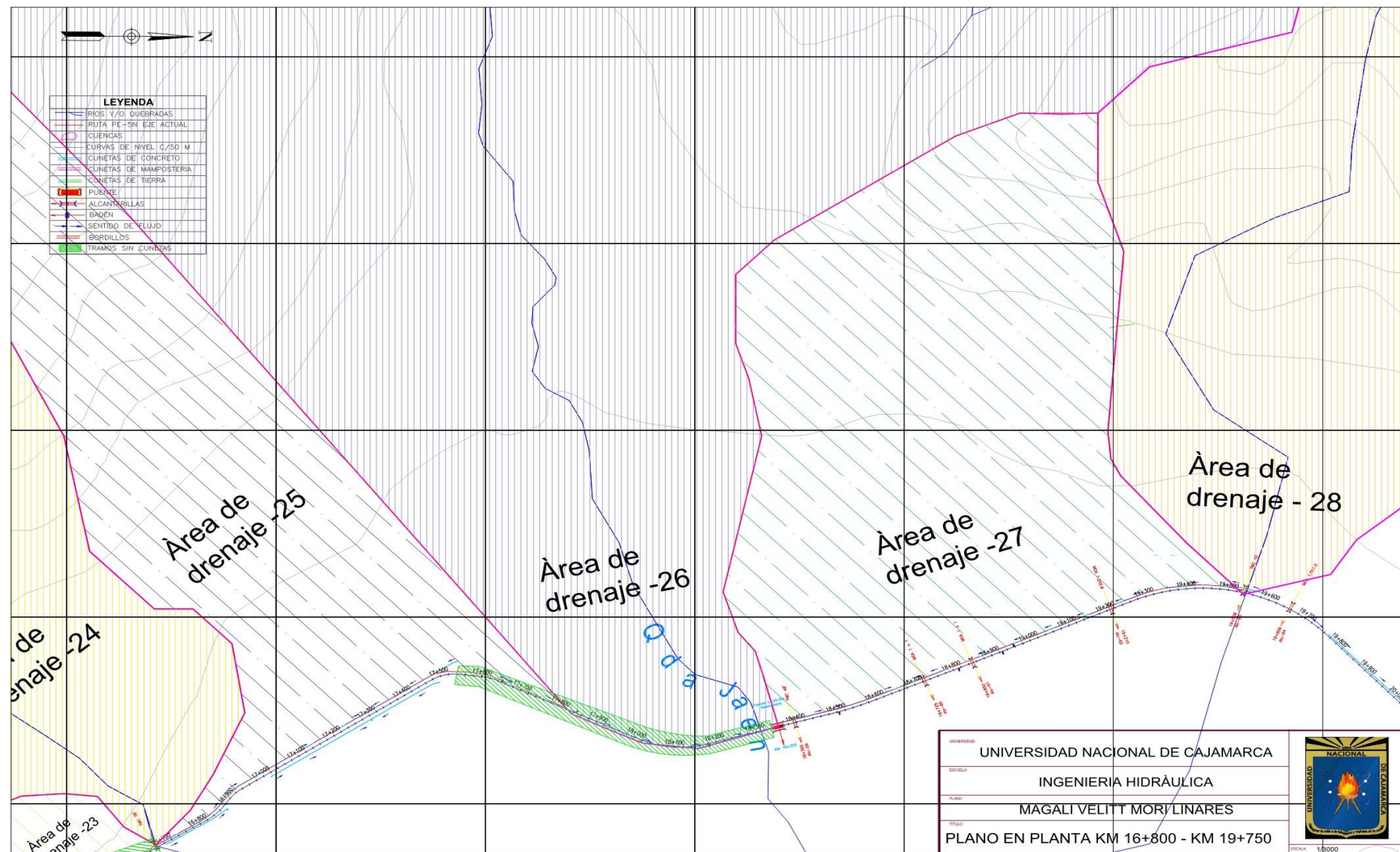












ANEXO 5. DISEÑO DE CAPACIDAD
HIDRÀULICA DE ALCANTARILLAS TMC Y
MCA PROPUESTAS

Tabla 59: Capacidad hidráulica de alcantarillas TMC propuestas.

Prog. m	Qhidro. m³/s	Coef. n	Diámetro pulg.	Tirante m.	Pendiente %	Ángulo θ	Área m²	Perímetro m	RH	Vel. m/s	Cap. HD m³/s	
00+111	0.643	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
00+208	0.637	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
00+304	0.902	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
00+440	1.101	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
00+606	1.055	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
00+765	0.730	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
00+875	0.882	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
01+008	0.570	0.024	48	0.68	-2.00%	194.36	0.66	2.04	0.322	2.77	1.814	...Ok!
01+094	0.517	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
01+172	0.531	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
01+252	0.597	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
01+342	0.464	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
01+412	0.663	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
01+512	0.239	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
01+548	0.955	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
01+692	1.114	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
01+860	1.114	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
02+028	0.809	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
02+150	0.497	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
02+225	2.398	0.024	60	0.80	-2.00%	187.65	0.96	2.46	0.390	3.15	3.016	...Ok!
02+352	0.670	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
02+479	0.681	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
02+608	0.712	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
02+743	0.712	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
02+878	0.739	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
03+018	0.792	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
03+168	2.829	0.024	48	0.90	-2.00%	240.00	0.91	2.51	0.362	2.99	2.723	No
03+351	0.309	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
03+535	0.316	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
03+870	0.277	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
04+017	0.277	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
04+164	0.396	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
04+435	0.419	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
04+635	0.419	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
04+835	0.450	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!

Prog. m	Qhidro. m³/s	Coef. n	Diámetro pulg.	Tirante m.	Pendiente %	Ángulo θ	Área m²	Perímetro m	RH	Vel. m/s	Cap. HD m³/s	
05+050	0.450	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
05+265	0.291	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
05+404	0.145	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
05+740	0.491	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
06+095	0.400	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
06+333	0.366	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
06+537	0.584	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
06+663	1.103	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
06+901	1.103	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
07+139	1.029	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
07+361	1.029	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
07+583	1.029	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
07+991	0.960	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
08+340	0.344	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
08+407	0.349	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
08+737	0.935	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
08+919	0.976	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
09+109	0.976	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
09+299	0.976	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
09+489	0.775	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
09+640	1.181	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
09+870	0.668	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
10+000	0.673	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
10+131	1.027	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
10+331	1.032	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
10+605	0.500	0.024	60	0.80	-2.00%	187.65	0.96	2.46	0.390	3.15	3.016	...Ok!
10+682	0.335	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
10+818	0.444	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
10+998	0.434	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
11+174	0.345	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
11+314	0.343	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
11+453	0.306	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
11+577	0.303	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
11+887	0.753	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
12+109	0.894	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
12+339	0.926	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
12+569	0.926	0.024	60	0.80	-2.00%	187.65	0.96	2.46	0.390	3.15	3.016	...Ok!

Prog. m	Qhidro. m³/s	Coef. n	Diámetro pulg.	Tirante m.	Pendiente %	Ángulo θ	Área m²	Perímetro m	RH	Vel. m/s	Cap. HD m³/s	
12+673	0.419	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
12+916	0.979	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
13+160	0.983	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
13+310	0.604	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
13+621	0.890	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
13+681	0.242	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
13+741	0.242	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
13+801	0.242	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
13+861	0.242	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
13+921	0.242	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
13+981	0.234	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
14+039	0.217	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
14+093	0.217	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
14+367	1.594	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
14+517	1.087	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
14+613	0.696	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
14+772	0.609	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
14+856	0.609	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
15+140	1.449	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
15+584	1.500	0.024	60	0.80	-2.00%	187.65	0.96	2.46	0.390	3.15	3.016	...Ok!
15+774	2.246	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
15+894	0.906	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
16+019	3.281	0.012	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	5.85	4.682	...Ok!
16+411	0.358	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
16+561	0.233	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
16+181	0.252	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
17+010	1.774	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
17+150	1.774	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
17+380	1.014	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
17+460	1.014	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
18+395	0.500	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
18+970	1.181	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
19+090	1.181	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
19+319	1.073	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
19+428	1.073	0.024	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	2.92	2.341	...Ok!
19+538	4.634	0.012	48	0.80	-2.00%	218.94	0.80	2.29	0.349	5.85	4.682	...Ok!

Tabla 60: Capacidad hidráulica de alcantarillas MCA propuestas.

Prog.	Qd	Coef.	Base	Altura	Tirante	Pendiente	Área	Perímetro	RH	Vel.	Cap. HD	
m	m³/s	n	b	h	cm.	%	m²	m		m/s	m³/s	
00+034	0.511	0.018	0.60	0.60	0.45	2.00%	0.27	1.50	0.180	2.50	0.676	Ok!
03+723	10.024	0.016	2.00	1.50	1.13	2.00%	2.25	4.25	0.529	5.78	13.015	Ok!
05+935	0.403	0.016	1.00	1.01	0.76	2.00%	0.76	2.52	0.301	3.97	3.008	Ok!
06+254	6.994	0.016	3.50	1.30	0.78	2.00%	2.73	5.06	0.540	5.86	15.992	Ok!
06+412	0.579	0.016	1.00	1.00	0.75	2.00%	0.75	2.50	0.300	3.96	2.971	Ok!
08+178	0.832	0.016	1.00	1.00	0.75	2.00%	0.75	2.50	0.300	3.96	2.971	Ok!
08+475	0.411	0.016	1.00	1.00	0.75	2.00%	0.75	2.50	0.300	3.96	2.971	Ok!
08+555	0.935	0.016	1.00	1.00	0.75	2.00%	0.75	2.50	0.300	3.96	2.971	Ok!
10+532	13.768	0.016	3.00	2.00	1.20	2.00%	3.60	5.40	0.667	6.75	24.283	Ok!
14+147	10.919	0.018	4.50	1.50	0.90	2.00%	4.05	6.30	0.643	5.85	23.701	Ok!
14+664	4.595	0.016	1.50	1.00	0.75	2.00%	1.13	3.00	0.375	4.60	5.171	Ok!
15+377	1.717	0.016	1.00	1.00	0.75	2.00%	0.75	2.50	0.300	3.96	2.971	Ok!
16+680	8.654	0.016	2.00	1.50	1.13	2.00%	2.25	4.25	0.529	5.78	13.015	Ok!
18+700	0.500	0.018	1.00	1.00	0.60	2.00%	0.60	2.20	0.273	3.30	1.982	Ok!
18+850	1.181	0.016	1.00	1.00	0.75	2.00%	0.75	2.50	0.300	3.96	2.971	Ok!
19+210	1.073	0.016	1.20	0.80	0.60	2.00%	0.72	2.40	0.300	3.96	2.852	Ok!
19+656	0.500	0.018	1.00	1.00	0.75	2.00%	0.75	2.50	0.300	3.52	2.641	Ok!

A continuación, se presenta el diseño hidráulico correspondiente a la nueva propuesta de colocación de cunetas, considerando que, según la Tabla 17: *Tramos sin cunetas*, existen sectores del tramo evaluado donde actualmente no se cuenta con este tipo de estructura. En ese sentido, se muestra la capacidad hidráulica de las cunetas proyectadas, las cuales han sido dimensionadas para asegurar una adecuada conducción del caudal generado en dichos sectores.

Tabla 61: Dimensiones de cunetas proyectadas

	II	III	VII
Z1 =	2.10	2.00	-
Z2 =	0.50	0.50	-
d (m) =	0.50	0.50	0.70
b (m) =	-	-	0.75
a (m) =	1.05	1.00	-
c (m) =	0.25	0.25	-
n =	0.014	0.014	0.014
	Concreto	Concreto	Concreto

Tabla 62: Capacidad hidráulica de cunetas propuestas.

Progresiva		Long.	Tipo	Margen	Tirante	Pendiente	Área	Perímetro	Radio	$R^{2/3}$	Velocidad	Caudal m3/s	Caudal m3/s	Condición
Inicio	Fin	m.	Cuneta		cm.	%	m²	m	Hidráulico		m/s	hidráulico	hidrológico	
00+111	00+034	77.00	II	I	45.00	1.12%	0.26	1.55	0.170	0.307	2.40	0.633	0.511	OK
00+208	00+111	97.00	II	I	45.00	3.98%	0.26	1.55	0.170	0.307	4.53	1.193	0.643	OK
00+304	00+208	96.00	III	I	45.00	3.62%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.29	1.085	0.637	OK
00+440	00+304	136.00	III	I	45.00	3.62%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.29	1.085	0.902	OK
00+606	00+440	166.00	II	I	47.00	2.93%	0.29	1.62	0.177	0.316	4.00	1.150	1.101	OK
00+606	00+765	159.00	II	I	46.00	2.93%	0.28	1.58	0.174	0.311	3.95	1.086	1.055	OK
00+765	00+875	110.00	III	I	45.00	4.96%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.02	1.270	0.730	OK
00+875	01+008	133.00	III	I	45.00	4.96%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.02	1.270	0.882	OK
01+008	01+094	86.00	III	I	45.00	3.59%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.27	1.080	0.570	OK
01+094	01+172	78.00	III	I	45.00	1.94%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.14	0.794	0.517	OK
01+172	01+252	80.00	III	I	45.00	1.65%	0.25	1.51	0.168	0.304	2.89	0.732	0.531	OK
01+252	01+342	90.00	III	I	45.00	1.65%	0.25	1.51	0.168	0.304	2.89	0.732	0.597	OK
01+342	01+412	70.00	III	I	45.00	1.65%	0.25	1.51	0.168	0.304	2.89	0.732	0.464	OK
01+412	01+512	100.00	III	I	45.00	2.14%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.30	0.834	0.663	OK
01+512	01+548	36.00	III	I	45.00	3.43%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.17	1.056	0.239	OK
01+548	01+692	144.00	III	I	45.00	4.55%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.81	1.216	0.955	OK
01+692	01+860	168.00	III	I	45.00	3.97%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.49	1.136	1.114	OK
01+860	02+028	168.00	III	I	45.00	3.97%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.49	1.136	1.114	OK
02+028	02+150	122.00	III	I	45.00	3.58%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.26	1.079	0.809	OK

Progresiva		Long.	Tipo	Margen	Tirante	Pendiente	Área	Perímetro	Radio	$R^{2/3}$	Velocidad	Caudal m3/s	Caudal m3/s	Condición
Inicio	Fin	m.	Cuneta		cm.	%	m²	m	Hidráulico		m/s	hidráulico	hidrológico	
02+150	02+225	75.00	III	I	45.00	3.58%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.26	1.079	0.497	OK
02+225	02+352	127.00	III	I	45.00	2.84%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.80	0.961	0.670	OK
02+352	02+479	127.00	III	I	45.00	2.84%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.80	0.961	0.670	OK
02+479	02+608	129.00	III	I	45.00	2.84%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.80	0.961	0.681	OK
02+608	02+743	135.00	III	I	45.00	3.67%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.32	1.092	0.712	OK
02+743	02+878	135.00	III	I	45.00	3.67%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.32	1.092	0.712	OK
02+878	03+018	140.00	III	I	45.00	2.34%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.45	0.872	0.739	OK
03+018	03+168	150.00	III	I	45.00	3.23%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.05	1.025	0.792	OK
03+168	03+351	183.00	III	I	45.00	3.19%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.02	1.018	0.308	OK
03+351	03+535	184.00	III	I	45.00	3.19%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.02	1.018	0.309	OK
03+535	03+723	188.00	III	I	45.00	3.19%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.02	1.018	0.316	OK
03+723	03+870	147.00	III	I	45.00	3.78%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.38	1.109	0.277	OK
03+870	04+017	147.00	III	I	45.00	3.78%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.38	1.109	0.277	OK
04+017	04+164	147.00	III	I	45.00	3.78%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.38	1.109	0.277	OK
04+164	04+374	210.00	II	I	45.00	3.78%	0.26	1.55	0.170	0.307	4.42	1.163	0.396	OK
04+374	04+635	200.00	III	I	45.00	3.89%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.44	1.125	0.419	OK
04+635	04+835	200.00	III	I	45.00	3.89%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.44	1.125	0.419	OK
04+835	05+050	215.00	III	I	45.00	4.22%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.63	1.171	0.450	OK
05+050	05+265	215.00	III	I	45.00	4.22%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.63	1.171	0.450	OK
05+265	05+404	139.00	III	I	45.00	4.29%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.67	1.181	0.291	OK
05+404	05+544	69.50	III	I	45.00	4.29%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.67	1.181	0.145	OK

Progresiva		Long.	Tipo	Margen	Tirante	Pendiente	Área	Perímetro	Radio	$R^{2/3}$	Velocidad	Caudal m3/s	Caudal m3/s	Condición
Inicio	Fin	m.	Cuneta		cm.	%	m²	m	Hidráulico		m/s	hidráulico	hidrológico	
05+544	05+740	196.00	III	I	45.00	3.46%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.19	1.061	0.493	OK
05+740	05+935	195.00	III	I	45.00	3.46%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.19	1.061	0.491	OK
05+935	06+095	160.00	III	I	45.00	3.51%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.22	1.068	0.403	OK
06+095	06+254	159.00	III	I	45.00	3.51%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.22	1.068	0.400	OK
06+254	06+333	79.00	III	I	45.00	1.60%	0.25	1.51	0.168	0.304	2.85	0.721	0.366	OK
06+333	06+412	79.00	III	I	45.00	3.96%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.48	1.135	0.366	OK
06+412	06+537	125.00	III	I	45.00	3.96%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.48	1.135	0.579	OK
06+537	06+663	126.00	III	I	45.00	3.96%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.48	1.135	0.584	OK
06+663	06+901	238.00	II	I	45.00	4.77%	0.26	1.55	0.170	0.307	4.96	1.306	1.103	OK
06+901	07+139	238.00	II	I	45.00	4.77%	0.26	1.55	0.170	0.307	4.96	1.306	1.103	OK
07+139	07+361	222.00	III	I	45.00	5.18%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.13	1.298	1.029	OK
07+361	07+583	222.00	III	I	45.00	5.18%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.13	1.298	1.029	OK
07+583	07+805	222.00	III	I	45.00	5.18%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.13	1.298	1.029	OK
07+805	07+991	186.00	III	I	45.00	3.46%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.19	1.061	0.955	OK
07+991	08+178	187.00	III	I	45.00	3.46%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.19	1.061	0.960	OK
08+178	08+340	162.00	III	I	45.00	3.06%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.94	0.997	0.832	OK
08+340	08+407	67.00	III	I	45.00	0.63%	0.25	1.51	0.168	0.304	1.79	0.453	0.344	OK
08+407	08+475	68.00	III	I	45.00	0.63%	0.25	1.51	0.168	0.304	1.79	0.453	0.349	OK
08+475	08+555	80.00	III	I	45.00	0.63%	0.25	1.51	0.168	0.304	1.79	0.453	0.411	OK
08+555	08+737	182.00	III	I	45.00	3.07%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.95	0.999	0.935	OK
08+737	08+919	182.00	III	I	45.00	3.07%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.95	0.999	0.935	OK

Progresiva		Long.	Tipo	Margen	Tirante	Pendiente	Área	Perímetro	Radio	$R^{2/3}$	Velocidad	Caudal m3/s	Caudal m3/s	Condición
Inicio	Fin	m.	Cuneta		cm.	%	m²	m	Hidráulico		m/s	hidráulico	hidrológico	
08+919	09+109	190.00	III	I	45.00	3.21%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.04	1.022	0.976	OK
09+109	09+299	190.00	III	I	45.00	3.21%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.04	1.022	0.976	OK
09+299	09+489	190.00	III	I	45.00	3.21%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.04	1.022	0.976	OK
09+489	09+640	151.00	III	I	45.00	3.42%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.17	1.054	0.775	OK
09+640	09+870	230.00	III	I	45.00	4.73%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.90	1.240	1.181	OK
09+870	10+000	130.00	III	I	45.00	4.73%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.90	1.240	0.668	OK
10+000	10+131	131.00	III	I	45.00	4.73%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.90	1.240	0.673	OK
10+131	10+331	200.00	III	I	45.00	3.58%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.26	1.079	1.027	OK
10+331	10+532	201.00	III	I	45.00	3.58%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.26	1.079	1.032	OK
10+682	10+818	136.00	III	I	45.00	5.75%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.40	1.367	0.335	OK
10+818	10+998	180.00	III	I	45.00	5.75%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.40	1.367	0.444	OK
10+998	11+174	176.00	III	I	45.00	5.75%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.40	1.367	0.434	OK
11+174	11+314	140.00	III	I	45.00	5.78%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.42	1.371	0.345	OK
11+314	11+453	139.00	III	I	45.00	5.78%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.42	1.371	0.343	OK
11+453	11+577	124.00	III	I	45.00	3.69%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.33	1.095	0.306	OK
11+577	11+700	123.00	III	I	45.00	3.69%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.33	1.095	0.303	OK
11+887	11+700	187.00	III	I	45.00	5.20%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.14	1.300	0.753	OK
12+109	11+887	222.00	III	I	45.00	5.20%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.14	1.300	0.894	OK
12+339	12+109	230.00	III	I	45.00	5.51%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.29	1.338	0.926	OK
12+569	12+339	230.00	III	I	45.00	5.51%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.29	1.338	0.926	OK
12+673	12+569	104.00	III	I	45.00	7.07%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.99	1.516	0.419	OK

Progresiva		Long.	Tipo	Margen	Tirante	Pendiente	Área	Perímetro	Radio	R ^{2/3}	Velocidad	Caudal m3/s	Caudal m3/s	Condición
Inicio	Fin	m.	Cuneta		cm.	%	m²	m	Hidráulico		m/s	hidráulico	hidrológico	
12+916	12+673	243.00	III	I	45.00	7.07%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.99	1.516	0.979	OK
13+160	12+916	244.00	III	I	45.00	7.07%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.99	1.516	0.983	OK
13+310	13+160	150.00	III	I	45.00	5.12%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.10	1.290	0.604	OK
13+460	13+310	150.00	III	I	45.00	5.12%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.10	1.290	0.604	OK
13+621	13+460	161.00	III	I	45.00	4.89%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.98	1.261	0.648	OK
13+621	13+681	60.00	II	I	45.00	0.33%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.31	0.344	0.242	OK
13+681	13+741	60.00	II	I	45.00	0.33%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.31	0.344	0.242	OK
13+741	13+801	60.00	II	I	45.00	0.33%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.31	0.344	0.242	OK
13+801	13+861	60.00	II	I	45.00	0.33%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.31	0.344	0.242	OK
13+861	13+921	60.00	II	I	45.00	0.33%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.31	0.344	0.242	OK
13+921	13+981	60.00	II	I	45.00	0.33%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.31	0.344	0.242	OK
13+981	14+039	58.00	II	I	45.00	0.33%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.31	0.344	0.234	OK
14+039	14+093	54.00	II	I	45.00	0.33%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.31	0.344	0.217	OK
14+093	14+147	54.00	II	I	45.00	0.33%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.31	0.344	0.217	OK
14+367	14+147	220.00	II	I	49.00	4.97%	0.31	1.69	0.185	0.325	5.36	1.673	1.594	OK
14+517	14+367	150.00	II	I	45.00	4.97%	0.26	1.55	0.170	0.307	5.06	1.333	1.087	OK
14+517	14+613	96.00	II	I	45.00	3.72%	0.26	1.55	0.170	0.307	4.38	1.154	0.696	OK
14+613	14+664	51.00	II	I	45.00	4.97%	0.26	1.55	0.170	0.307	5.06	1.333	0.370	OK
14+664	14+772	108.00	II	I	50.00	1.00%	0.33	1.72	0.189	0.329	2.44	0.792	0.783	OK
14+772	14+856	84.00	II	I	47.00	0.90%	0.29	1.62	0.177	0.316	2.22	0.637	0.609	OK
14+856	14+940	84.00	II	I	47.00	0.90%	0.29	1.62	0.177	0.316	2.22	0.637	0.609	OK

Progresiva		Long.	Tipo	Margen	Tirante	Pendiente	Área	Perímetro	Radio	$R^{2/3}$	Velocidad	Caudal m3/s	Caudal m3/s	Condición
Inicio	Fin	m.	Cuneta		cm.	%	m²	m	Hidráulico		m/s	hidráulico	hidrológico	
15+140	14+940	200.00	II	I	50.00	3.71%	0.33	1.72	0.189	0.329	4.69	1.526	1.449	OK
15+377	15+140	237.00	II	I	48.00	5.85%	0.30	1.65	0.181	0.320	5.74	1.718	1.717	OK
14+806	14+940	134.00	II	D	45.00	3.71%	0.26	1.55	0.170	0.307	4.38	1.152	0.971	OK
15+140	14+940	200.00	II	D	50.00	3.71%	0.33	1.72	0.189	0.329	4.69	1.526	1.449	OK
15+377	15+140	237.00	II	D	48.00	5.85%	0.30	1.65	0.181	0.320	5.74	1.718	1.717	OK
15+584	15+377	207.00	II	I	46.00	5.90%	0.28	1.58	0.174	0.311	5.60	1.540	1.500	OK
15+584	15+410	174.00	II	D	45.00	5.90%	0.26	1.55	0.170	0.307	5.52	1.453	1.261	OK
15+770	15+627	143.00	II	D	50.00	1.76%	0.33	1.72	0.189	0.329	3.23	1.051	1.036	OK
15+770	15+817	47.00	II	D	45.00	0.34%	0.26	1.55	0.170	0.307	1.32	0.349	0.341	OK
15+774	15+584	190.00	II	I	50.00	3.30%	0.33	1.72	0.189	0.329	4.43	1.439	1.377	OK
15+894	15+774	120.00	II	I	47.00	1.72%	0.29	1.62	0.177	0.316	3.07	0.881	0.870	OK
16+019	15+894	125.00	II	I	48.00	1.72%	0.30	1.65	0.181	0.320	3.11	0.932	0.906	OK
16+181	16+019	162.00	III	I	45.00	2.46%	0.25	1.51	0.168	0.304	3.53	0.894	0.252	OK
16+411	16+181	230.00	III	I	45.00	5.49%	0.25	1.51	0.168	0.304	5.28	1.336	0.358	OK
16+561	16+411	150.00	III	I	45.00	3.86%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.43	1.120	0.233	OK
16+680	16+561	119.00	III	I	45.00	3.86%	0.25	1.51	0.168	0.304	4.43	1.120	0.185	OK
16+880	16+680	200.00	VII	I	65.00	4.41%	0.49	2.05	0.238	0.384	5.97	2.911	2.534	OK
17+010	16+880	130.00	VII	I	65.00	1.90%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.92	1.911	1.647	OK
17+150	17+010	140.00	VII	I	65.00	1.90%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.92	1.911	1.774	OK
17+300	17+150	150.00	VII	I	65.00	1.90%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.92	1.911	1.901	OK
17+300	17+380	80.00	VII	I	65.00	0.62%	0.49	2.05	0.238	0.384	2.24	1.091	1.014	OK

Progresiva		Long.	Tipo	Margen	Tirante	Pendiente	Área	Perímetro	Radio	$R^{2/3}$	Velocidad	Caudal m3/s	Caudal m3/s	Condición
Inicio	Fin	m.	Cuneta		cm.	%	m²	m	Hidráulico		m/s	hidráulico	hidrológico	
17+380	17+460	80.00	VII	I	65.00	0.62%	0.49	2.05	0.238	0.384	2.24	1.091	1.014	OK
17+460	17+540	80.00	VII	I	65.00	0.62%	0.49	2.05	0.238	0.384	2.24	1.091	1.014	OK
16+870	16+700	170.00	VII	D	65.00	2.90%	0.49	2.05	0.238	0.384	4.84	2.360	2.154	OK
17+010	16+870	140.00	VII	I	65.00	2.90%	0.49	2.05	0.238	0.384	4.84	2.360	1.774	OK
17+150	17+010	140.00	VII	I	65.00	2.90%	0.49	2.05	0.238	0.384	4.84	2.360	1.774	OK
17+150	17+010	140.00	VII	D	65.00	2.90%	0.49	2.05	0.238	0.384	4.84	2.360	1.774	OK
17+300	17+150	150.00	VII	D	65.00	1.90%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.92	1.911	1.901	OK
17+300	17+150	150.00	VII	I	65.00	1.90%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.92	1.911	1.901	OK
17+300	17+380	80.00	VII	D	65.00	0.62%	0.49	2.05	0.238	0.384	2.24	1.091	1.014	OK
17+380	17+460	80.00	VII	D	65.00	0.62%	0.49	2.05	0.238	0.384	2.24	1.091	1.014	OK
17+540	17+460	80.00	VII	I	65.00	0.62%	0.49	2.05	0.238	0.384	2.24	1.091	1.014	OK
17+490	17+460	30.00	VII	D	65.00	0.62%	0.49	2.05	0.238	0.384	2.24	1.091	0.380	OK
18+725	18+775	50.00	VII	I	65.00	1.51%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.49	1.703	0.492	OK
18+850	18+970	120.00	VII	I	65.00	1.23%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.15	1.537	1.181	OK
18+970	19+090	120.00	VII	I	65.00	1.23%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.15	1.537	1.181	OK
19+090	19+210	120.00	VII	I	65.00	1.23%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.15	1.537	1.181	OK
19+210	19+319	109.00	VII	I	65.00	1.52%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.51	1.709	1.073	OK
19+319	19+428	109.00	VII	I	65.00	1.52%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.51	1.709	1.073	OK
19+428	19+537	109.00	VII	I	65.00	1.52%	0.49	2.05	0.238	0.384	3.51	1.709	1.073	OK

ANEXO 6. REPORTES DE SENAMHI

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : JAEN / 000252 / DZ-02
PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 5° 40' "S"
LONG. : 78° 46' "W"
ALT. : 618 msnm

DPTO. : CAJAMARCA
PROV. : JAEN
DIST. : JAEN

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1999	13.0	44.2	59.2	S/D	55.5	15.8	17.4	5.6	25.4	25.0	12.2	33.6
2000	17.2	34.4	36.6	19.0	20.0	16.6	27.0	9.0	18.6	9.6	8.4	30.2
2001	26.6	10.4	10.8	10.4	39.1	5.8	5.4	4.8	21.0	11.8	35.0	S/D
2002	18.9	28.0	13.5	61.5	61.2	4.0	14.3	1.5	13.0	88.0	31.0	15.1
2003	7.8	35.6	13.7	32.8	25.2	23.0	8.0	16.2	16.0	23.2	10.6	29.1
2004	7.5	6.8	19.7	30.6	38.1	18.0	2.4	7.2	17.0	19.4	18.2	12.0
2005	6.5	42.0	36.2	31.0	10.2	18.3	1.9	14.5	18.7	27.9	78.5	31.5
2006	18.5	38.7	23.0	9.4	13.5	26.5	1.3	8.5	S/D	11.7	15.5	16.0
2007	7.6	27.0	32.5	29.0	29.3	13.0	27.2	7.5	7.2	45.9	38.9	22.6
2008	17.0	37.2	63.7	10.2	15.8	26.9	17.4	3.4	18.4	26.7	20.6	20.6
2009	20.5	11.5	38.8	37.6	10.3	7.5	14.6	19.5	13.0	44.6	13.8	21.2
2010	16.6	35.8	5.5	41.5	12.5	10.0	4.0	18.3	9.6	24.0	21.5	20.6
2011	25.9	39.5	34.7	39.8	70.6	4.5	21.8	3.5	7.2	25.8	23.5	26.7
2012	23.8	32.6	22.5	27.5	4.4	16.8	6.4	6.8	5.2	22.0	23.2	12.8

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : JAEN / 000252 / DZ-02

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT. : 5° 40' "S"

LONG. : 78° 46' "W"

ALT. : 618 msnm

DPTO. : CAJAMARCA

PROV. : JAEN

DIST. : JAEN

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2013	5.8	47.0	10.3	18.8	39.9	9.0	6.2	8.2	8.5	54.4	0.7	14.4
2014	14.6	20.0	38.6	50.3	47.8	8.0	10.0	11.9	6.5	9.7	30.8	20.5
2015	49.5	16.6	73.0	15.6	21.6	4.0	51.0	7.0	6.0	13.6	15.0	20.6
2016	25.6	14.5	S/D	28.6	12.5	9.2	16.8	13.2	15.6	5.5	11.7	23.0
2017	19.2	11.2	37.8	26.8	22.5	12.8	9.4	21.7	3.4	17.4	15.0	39.6
2018	15.7	63.8	10.0	27.8	23.6	6.8	16.3	7.4	11.4	21.2	54.4	15.6
2019	10.2	44.0	22.4	17.4	19.4	6.0	41.2	3.5	10.6	8.4	7.0	29.4
2020	25.5	19.4	35.0	12.0	15.2	15.5	12.4	5.6	5.6	2.5	44.8	52.4
2021	16.8	9.7	60.6	15.6	27.2	19.0	17.1	10.2	24.0	72.0	34.5	19.0
2022	20.6	25.4	47.4	11.0	32.6	18.2	9.0	5.3	37.2	25.2	23.5	27.0
2023	13.4	14.5	49.2	38.0	20.4	8.2	5.6	17.5	12.4	37.0	S/D	S/D

ANEXO 7. CAUDALES VARIABLES EN EL TIEMPO

Tabla 63: Caudales generados para alcantarillas TMC.

Prog. Alc	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min																D"	n	% de colmatación	Q capacidad	Condición				
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14										
0+111.00	0.584	7	14	0	0.083	0.167	0.25	0.334	0.417	0.5	0.584	0.5	0.417	0.334	0.25	0.167	0.083	0	-	36	0.024	0%	0.798	No hay desbordes en la alc.				
0+208.00	0.544	7	14	0	0.078	0.155	0.233	0.311	0.389	0.466	0.544	0.466	0.389	0.311	0.233	0.155	0.078	0	-	36	0.025	0%	1.009	No hay desbordes en la alc.				
0+304.00	0.710	7	14	0	0.101	0.203	0.304	0.406	0.507	0.608	0.71	0.608	0.507	0.406	0.304	0.203	0.101	0	-	36	0.024	0%	0.902	No hay desbordes en la alc.				
0+440.00	0.500	7	14	0	0.071	0.143	0.214	0.286	0.357	0.429	0.5	0.429	0.357	0.286	0.214	0.143	0.071	0	-	36	0.024	0%	0.722	No hay desbordes en la alc.				
0+606.00	1.028	7	14	0	0.147	0.294	0.441	0.587	0.734	0.881	1.028	0.881	0.734	0.587	0.441	0.294	0.147	0	-	36	0.027	25%	0.418	Desborde en el min 3				
0+765.00	0.643	7	14	0	0.092	0.184	0.276	0.368	0.46	0.551	0.643	0.551	0.46	0.368	0.276	0.184	0.092	0	-	36	0.024	0%	0.671	No hay desbordes en la alc.				
0+875.00	0.862	7	14	0	0.123	0.246	0.37	0.493	0.616	0.739	0.862	0.739	0.616	0.493	0.37	0.246	0.123	0	-	36	0.024	0%	0.879	No hay desbordes en la alc.				
1+008.00	0.537	7	14	0	0.077	0.154	0.23	0.307	0.384	0.461	0.537	0.461	0.384	0.307	0.23	0.154	0.077	0	-	36	0.028	50%	0.463	Desborde en el min 7				
1+094.00	0.451	7	14	0	0.064	0.129	0.193	0.258	0.322	0.387	0.451	0.387	0.322	0.258	0.193	0.129	0.064	0	-	36	0.024	0%	0.861	No hay desbordes en la alc.				
1+172.00	0.822	7	14	0	0.117	0.235	0.352	0.47	0.587	0.705	0.822	0.705	0.587	0.47	0.352	0.235	0.117	0	-	36	0.024	0%	0.698	Desborde en el min 6				
1+342.00	0.431	7	14	0	0.062	0.123	0.185	0.246	0.308	0.37	0.431	0.37	0.308	0.246	0.185	0.123	0.062	0	-	36	0.028	0%	0.733	No hay desbordes en la alc.				
1+412.00	0.630	7	14	0	0.09	0.18	0.27	0.36	0.45	0.54	0.63	0.54	0.45	0.36	0.27	0.18	0.09	0	-	36	0.024	0%	0.888	No hay desbordes en la alc.				
1+512.00	0.106	7	14	0	0.015	0.03	0.045	0.061	0.076	0.091	0.106	0.091	0.076	0.061	0.045	0.03	0.015	0	-	36	0.024	0%	0.176	No hay desbordes en la alc.				
1+692.00	1.864	7	14	0	0.266	0.533	0.799	1.065	1.331	1.598	1.864	1.598	1.331	1.065	0.799	0.533	0.266	0	-	36	0.029	50%	0.346	Desborde en el min 2				
2+150.00	0.352	7	14	0	0.05	0.1	0.151	0.201	0.251	0.301	0.352	0.301	0.251	0.201	0.151	0.1	0.05	0	-	36	0.027	0%	0.607	No hay desbordes en la alc.				
Prog. Alc	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min																D"	n	% de colmatación	Q capacidad	Condición				
2+225.00	1.728	30	60	0	0.288	0.576	0.864	1.152	1.44	1.728	1.44	1.152	0.864	0.576	0.288	0	-	-	-	48	0.024	0%	1.586	Desborde en el min 30				
Prog. Alc	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min																D"	n	% de colmatación	Q capacidad	Condición				
2+608.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	36	0.024	0%	0.511	No hay desbordes en la alc.				
2+878.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	48	0.027	0%	0.882	No hay desbordes en la alc.				
3+018.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	36	0.028	50%	0.318	Desborde en el min 4				
Prog. Alc	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min																D"	n	% de colmatación	Q capacidad	Condición				
3+168.00	2.521	39	78	0	0.388	0.776	1.164	1.551	1.939	2.327	2.714	1.939	1.551	1.164	0.776	0.388	0	-	-	48	0.026	0%	2.458	No hay desbordes en la alc.				
Prog. Alc	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min																D"	n	% de colmatación	Q capacidad	Condición				
4+435.00	0.500	4	8	0	0.125	0.25	0.375	0.5	0.375	0.25	0.125	0	-	-	-	-	-	-	-	48	0.024	0%	0.514	No hay desbordes en la alc.				
7+139.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	36	0.028	50%	0.358	Desborde en el min 5				
8+340.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	36	0.024	0%	0.766	No hay desbordes en la alc.				
8+919.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	36	0.027	25%	0.150	Desborde en el min 2				
9+640.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	36	0.024	0%	0.722	No hay desbordes en la alc.				
10+605.00	0.500	3	6	0	0.167	0.333	0.5	0.333	0.167	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	0.03	75%	0.537	No hay desbordes en la alc.				
10+682.00	0.234	3	6	0	0.078	0.156	0.234	0.156	0.078	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	0.027	25%	0.035	Desborde en el min 1				
10+818.00	0.500	3	6	0	0.167	0.333	0.5	0.333	0.167	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	0.024	0%	0.511	No hay desbordes en la alc.				
11+174.00	0.340	3	6	0	0.113	0.227	0.34	0.227	0.113	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	0.025	0%	0.625	No hay desbordes en la alc.				
11+314.00	0.343	3	6	0	0.114	0.228	0.343	0.228	0.114	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	0.027	25%	0.088	Desborde en el min 1				
11+453.00	0.606	3	6	0	0.202	0.404	0.606	0.404	0.202	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	0.024	0%	1.082	No hay desbordes en la alc.				
11+887.00	0.765	6	12	0	0.128	0.255	0.383	0.51	0.638	0.765	0.638	0.51	0.383	0.255	0.128	0	-	-	-	36	0.027	25%	0.295	Desborde en el min 3				
12+109.00	0.894	6	12	0	0.149	0.298	0.447	0.596	0.745	0.894	0.745	0.596	0.447	0.298	0.149	0	-	-	-	36	0.027	25%	0.317	Desborde en el min 3				
12+569.00	1.824	6	12	0	0.304	0.608	0.912	1.216	1.52	1.824	1.52	1.216	0.912	0.608	0.304	0	-	-	-	36	0.028	50%	0.346	Desborde en el min 2				
12+673.00	0.395	6	12	0	0.066	0.132	0.197	0.263	0.329	0.395	0.329	0.263	0.197	0.132	0.066	0	-	-	-	36	0.025	0%	0.618	No hay desbordes en la alc.				
13+621.00	0.656	6	12	0	0.109	0.219	0.328	0.438	0.547	0.656	0.547	0.438	0.328	0.219	0.109	0	-	-	-	36	0.028	75%	0.330	Desborde en el min 4				
15+584.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	36	0.030	75%	0.275	Desborde en el min 4				
Prog. Alc	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min																D"	n	% de colmatación	Q capacidad	Condición				
16+019.00	3.281	40	80	0	0.656	1.312	1.969	2.625	3.281	2.625	1.969	1.312	0.656	0	-	-	-	-	-	36	0.012	0%	2.774	Desborde en el min 40				
Prog. Alc	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min																D"	n	% de colmatación	Q capacidad	Condición				
16+680.00	8.469	25	50	0	1.694	3.388	5.081	6.775	8.469	6.775	5.081	3.388	1.694	0	-	-	-	-	-	36	0.025	0%	1.331	Desborde en el min 5				
Prog. Alc	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min																D"	n	% de colmatación	Q capacidad	Condición				
18+395.00	0.984	11	22	0	0.179	0.358	0.537	0.716	0.895	0.716	0.537	0.358	0.179	0	-	-	-	-	-	48	0.024	0%	1.197	No hay desbordes en la alc.				
Prog. Alc	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min																D"	n	% de colmatación	Q capacidad	Condición				
19+538.00	4.634	46	92	0	6.04	1.209	1.813	2.418	3.022	3.627	4.231	4.833	3.828	3.224	2.619	2.015	1.41	0.806	0	48	0.024	0%	2.651	Desborde en el min 30				

Tabla 64: Caudales generados para alcantarillas MCA.

Prog. Alc	Q _{máx} = Q _p	T _c = T _p (min)	T _b	Caudales en Δ t min																Dimensiones		n	% de colmatación	Q capacidad	Condición
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		Ancho	Alto				
0+034.00	0.325	7	14	0	0.046	0.093	0.139	0.186	0.232	0.279	0.325	0.279	0.232	0.186	0.139	0.093	0.046	0	-	0.6	0.6	0.022	25%	0.160	Desborde en el min 4
5+935.00	0.500	5	10	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0	-	-	-	-	-	1	1	0.013	-	0.461	Desborde en el min 5
Prog. Alc	Q _{máx} = Q _p	T _c = T _p (min)	T _b	Caudales en Δ t min																Dimensiones		n	% de colmatación	Q capacidad	Condición
				0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	108			Ancho	Alto				
6+254.00	6.628	54	108	0	0.982	1.964	2.946	3.928	4.91	5.892	6.383	5.401	4.419	3.437	2.455	1.473	0	-	-	3.5	1.3	0.025	25%	2.319	Desborde en el min 24
Prog. Alc	Q _{máx} = Q _p	T _c = T _p (min)	T _b	Caudales en Δ t min																Dimensiones		n	% de colmatación	Q capacidad	Condición
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				Ancho	Alto				
6+412.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	1	1	0.013	-	0.461	Desborde en el min 6
8+178.00	0.478	6	12	0	0.08	0.159	0.239	0.319	0.398	0.478	0.398	0.319	0.239	0.159	0.08	0	-	-	-	1	1	0.014	-	0.424	Desborde en el min 6
8+475.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	1	1	0.013	-	0.412	Desborde en el min 5
8+555.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	1	1	0.022	25%	0.326	Desborde en el min 4
Prog. Alc	Q _{máx} = Q _p	T _c = T _p (min)	T _b	Caudales en Δ t min																Dimensiones		n	% de colmatación	Q capacidad	Condición
				0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	128	140	152	Ancho	Alto				
10+532.00	13.768	76	152	0	1.812	3.623	5.435	7.246	9.058	10.87	12.68	13.04	11.23	9.42	7.609	5.797	4.348	2.174	0	3	2	0.017	-	7.666	Desborde en el min 50
14+147.00	10.579	64	128	0	1.653	3.306	4.959	6.612	8.265	9.918	9.587	7.934	6.281	4.628	2.975	1.322	0	-	-	4.5	1.5	0.026	25%	2.910	Desborde en el min 20
Prog. Alc	Q _{máx} = Q _p	T _c = T _p (min)	T _b	Caudales en Δ t min																Dimensiones		n	% de colmatación	Q capacidad	Condición
				0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50						Ancho	Alto				
14+664.00	3.443	25	50	0	0.689	1.377	2.066	2.754	3.443	2.754	2.066	1.377	-5.51	0	-	-	-	-	-	1	1	0.022	25%	1.179	Desborde en el min 10
Prog. Alc	Q _{máx} = Q _p	T _c = T _p (min)	T _b	Caudales en Δ t min																Dimensiones		n	% de colmatación	Q capacidad	Condición
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				Ancho	Alto				
15+377.00	0.500	6	12	0	0.083	0.167	0.25	0.333	0.417	0.5	0.417	0.333	0.25	0.167	0.083	0	-	-	-	1	1	0.016	100%	-	No hay desbordes en la alc.
Prog. Alc	Q _{máx} = Q _p	T _c = T _p (min)	T _b	Caudales en Δ t min																Dimensiones		n	% de colmatación	Q capacidad	Condición
				0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22					Ancho	Alto				
18+700.00	0.500	11	22	0	0.045	0.091	0.136	0.182	0.227	0.273	0.318	0.364	0.409	0.455	0.5	-	-	-	-	1	1	0.018	-	0.412	No hay desbordes en la alc.
18+850.00	0.500	11	22	0	0.045	0.091	0.136	0.182	0.227	0.273	0.318	0.364	0.409	0.455	0.5	-	-	-	-	1	1	0.013	-	0.483	No hay desbordes en la alc.
19+210.00	0.500	11	22	0	0.045	0.091	0.136	0.182	0.227	0.273	0.318	0.364	0.409	0.455	0.5	-	-	-	-	1.2	0.8	0.013	-	0.438	No hay desbordes en la alc.
19+656.00	0.500	11	22	0	0.045	0.091	0.136	0.182	0.227	0.273	0.318	0.364	0.409	0.455	0.5	-	-	-	-	1	1	0.02	25%	0.252	Desborde en el min 12

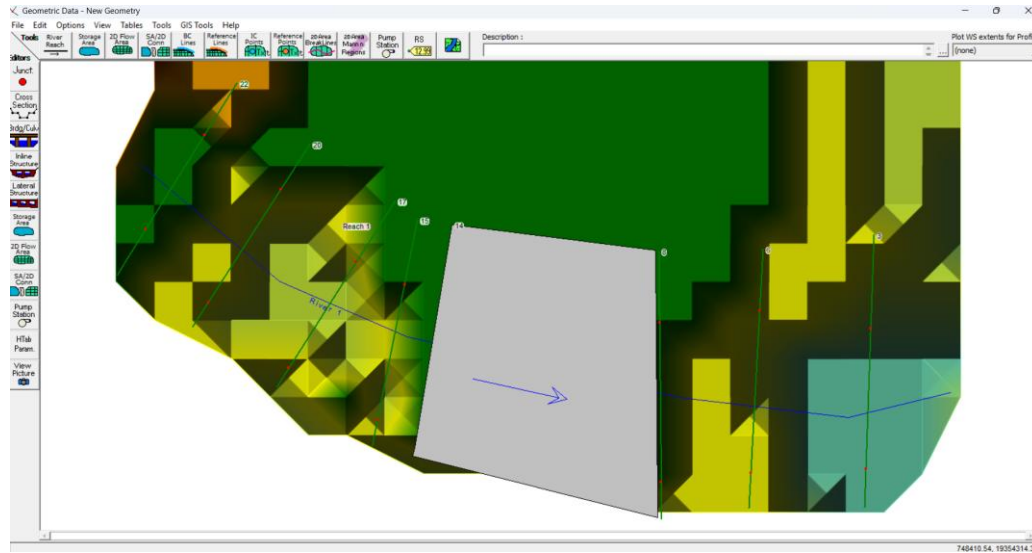
Tabla 65: Caudales generados para cunetas.

Progresivas		Long.	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min														Tipo	Sed.	Q capacidad	Condición	
Inicio	Final	m				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					14
0+000.00	0+034.00	34	0.226	7	14	0	0.032	0.064	0.097	0.129	0.161	0.193	0.226	0.193	0.161	0.129	0.097	0.064	0.032	0	VII	No	0.675	No hay desbordes en la alc.
0+083.00	0+034.00	49	0.325	7	14	0	0.046	0.093	0.139	0.186	0.232	0.279	0.325	0.279	0.232	0.186	0.139	0.093	0.046	0	I	No	0.597	No hay desbordes en la alc.
0+202.00	0+114.00	88	0.584	7	14	0	0.083	0.167	0.25	0.334	0.417	0.5	0.584	0.5	0.417	0.334	0.25	0.167	0.083	0	II	No	1.193	No hay desbordes en la alc.
0+294.00	0+212.00	82	0.544	7	14	0	0.078	0.155	0.233	0.311	0.389	0.466	0.544	0.466	0.389	0.311	0.233	0.155	0.078	0	III	No	1.085	No hay desbordes en la alc.
0+416.00	0+309.00	107	0.710	7	14	0	0.101	0.203	0.304	0.406	0.507	0.608	0.71	0.608	0.507	0.406	0.304	0.203	0.101	0	III	Si	0.203	Desborde en el min 2
0+604.00	0+759.00	155	1.028	7	14	0	0.147	0.294	0.441	0.587	0.734	0.881	1.028	0.881	0.734	0.587	0.441	0.294	0.147	0	III	No	0.976	Desborde en el min 7
0+771.00	0+868.00	97	0.643	7	14	0	0.092	0.184	0.276	0.368	0.46	0.551	0.643	0.551	0.46	0.368	0.276	0.184	0.092	0	III	No	1.270	No hay desbordes en la alc.
0+876.00	1+006.00	130	0.862	7	14	0	0.123	0.246	0.37	0.493	0.616	0.739	0.862	0.739	0.616	0.493	0.37	0.246	0.123	0	III	No	1.270	No hay desbordes en la alc.
1+009.00	1+090.00	81	0.537	7	14	0	0.077	0.154	0.23	0.307	0.384	0.461	0.537	0.461	0.384	0.307	0.23	0.154	0.077	0	III	No	1.080	No hay desbordes en la alc.
1+093.00	1+161.00	68	0.451	7	14	0	0.064	0.129	0.193	0.258	0.322	0.387	0.451	0.387	0.322	0.258	0.193	0.129	0.064	0	III	No	0.794	No hay desbordes en la alc.
1+176.00	1+300.00	124	0.822	7	14	0	0.117	0.235	0.352	0.47	0.587	0.705	0.822	0.705	0.587	0.47	0.352	0.235	0.117	0	III	No	0.732	Desborde en el min 7
1+300.00	1+340.00	40	0.265	7	14	0	0.038	0.076	0.114	0.152	0.19	0.227	0.265	0.227	0.19	0.152	0.114	0.076	0.038	0	III	No	0.732	No hay desbordes en la alc.
1+345.00	1+410.00	65	0.431	7	14	0	0.062	0.123	0.185	0.246	0.308	0.37	0.431	0.37	0.308	0.246	0.185	0.123	0.062	0	III	No	0.834	No hay desbordes en la alc.
1+414.00	1+509.00	95	0.630	7	14	0	0.09	0.18	0.27	0.36	0.45	0.54	0.63	0.54	0.45	0.36	0.27	0.18	0.09	0	III	No	1.056	No hay desbordes en la alc.
1+515.00	1+531.00	16	0.106	7	14	0	0.015	0.03	0.045	0.061	0.076	0.091	0.106	0.091	0.076	0.061	0.045	0.03	0.015	0	III	No	1.056	No hay desbordes en la alc.
1+713.00	1+994.00	281	1.864	7	14	0	0.266	0.533	0.799	1.065	1.331	1.598	1.864	1.598	1.331	1.065	0.799	0.533	0.266	0	III	No	1.136	Desborde en el min 5
2+030.00	2+147.00	117	0.776	7	14	0	0.111	0.222	0.333	0.443	0.554	0.665	0.776	0.665	0.554	0.443	0.333	0.222	0.111	0	III	No	1.079	No hay desbordes en la alc.
2+151.00	2+204.00	53	0.352	7	14	0	0.05	0.1	0.151	0.201	0.251	0.301	0.352	0.301	0.251	0.201	0.151	0.1	0.05	0	III	No	1.079	No hay desbordes en la alc.
2+227.00	2+524.00	297	1.970	7	14	0	0.281	0.563	0.844	1.126	1.407	1.689	1.97	1.689	1.407	1.126	0.844	0.563	0.281	0	III	No	0.961	Desborde en el min 4
2+686.00	2+875.00	189	0.997	6	12	0	0.166	0.332	0.499	0.665	0.831	0.997	0.831	0.665	0.499	0.332	0.166	0	-	-	III	No	1.092	No hay desbordes en la alc.
4+170.00	4+373.00	203	0.425	4	8	0	0.106	0.212	0.319	0.425	0.319	0.212	0.106	0	-	-	-	-	-	-	III	No	1.109	No hay desbordes en la alc.
8+183.00	8+276.00	93	0.478	6	12	0	0.08	0.159	0.239	0.318	0.398	0.478	0.398	0.318	0.239	0.159	0.08	0	-	-	IV	No	0.312	Desborde en el min 4
10+193.00	10+532.00	339	1.741	6	12	0	0.29	0.58	0.87	1.161	1.451	1.741	1.451	1.161	0.87	0.58	0.29	0	-	-	III	Si	0.251	Desborde en el min 1
Progresivas		Long.	Qmáx = Qp	Tc = Tp (min)	Tb	Caudales en Δ t min														Tipo	Sed.	Q capacidad	Condición	
Inicio	Final	m				0	0.05	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6						
10+685.00	10+780.00	95	0.234	3	6	0	0.004	0.078	0.117	0.156	0.195	0.234	0.195	0.156	0.117	0.078	0.039	0	-	-	III	No	1.367	No hay desbordes en la alc.
10+851.00	11+174.00	323	0.796	3	6	0	0.013	0.265	0.398	0.531	0.663	0.796	0.663	0.531	0.398	0.265	0.133	0	-	-	III	No	1.367	No hay desbordes en la alc.
11+175.00	11+313.00	138	0.340	3	6	0	0.006	0.113	0.17	0.227	0.283	0.34	0.283	0.227	0.17	0.113	0.057	0	-	-	III	No	1.371	No hay desbordes en la alc.
11+314.00	11+453.00	139	0.343	3	6	0	0.006	0.114	0.171	0.228	0.285	0.343	0.285	0.228	0.171	0.114	0.057	0	-	-	III	No	1.371	No hay desbordes en la alc.
11+454.00	11+700.00	246	0.606	3	6	0	0.01	0.202	0.303	0.404	0.505	0.606	0.505	0.404	0.303	0.202	0.101	0	-	-	III	No	1.095	No hay desbordes en la alc.

Progresivas		Long. m	Q _{máx} = Q _p	T _c = T _p (min)	T _b	Caudales en Δ t min																	Tipo	Sed.	Q capacidad	Condición
Inicio	Final	0				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									
11+890.00	11+700.00	190	0.765	6	12	0	0.128	0.255	0.383	0.51	0.638	0.765	0.638	0.51	0.383	0.255	0.128	0	-	-	III	No	1.300	No hay desbordes en la alc.		
12+109.00	11+887.00	222	0.894	6	12	0	0.149	0.298	0.447	0.596	0.745	0.894	0.745	0.596	0.447	0.298	0.149	0	-	-	III	Si	0.251	Desborde en el min 2		
12+565.00	12+112.00	453	1.824	6	12	0	0.304	0.608	0.912	1.216	1.52	1.824	1.52	1.216	0.912	0.608	0.304	0	-	-	III	No	1.338	Desborde en el min 5		
12+671.00	12+573.00	98	0.395	6	12	0	0.066	0.132	0.197	0.263	0.329	0.395	0.329	0.263	0.197	0.132	0.066	0	-	-	III	No	1.516	No hay desbordes en la alc.		
13+011.00	12+675.00	336	1.353	6	12	0	0.226	0.451	0.677	0.902	1.128	1.353	1.128	0.902	0.677	0.451	0.226	0	-	-	III	Si	0.251	Desborde en el min 2		
13+456.00	13+161.00	295	1.188	6	12	0	0.198	0.396	0.594	0.792	0.99	1.188	0.99	0.792	0.594	0.396	0.198	0	-	-	III	Si	0.251	Desborde en el min 2		
13+619.00	13+456.00	163	0.656	6	12	0	0.109	0.219	0.328	0.438	0.547	0.656	0.547	0.438	0.328	0.219	0.109	0	-	-	III	Si	0.225	Desborde en el min 3		
13+627.00	13+835.00	208	0.838	6	12	0	0.14	0.279	0.419	0.558	0.698	0.838	0.698	0.558	0.419	0.279	0.14	0	-	-	II	No	0.344	Desborde en el min 3		
13+836.00	13+871.00	35	0.141	6	12	0	0.023	0.047	0.07	0.094	0.117	0.141	0.117	0.094	0.07	0.047	0.023	0	-	-	III	Si	0.251	No hay desbordes en la alc.		
13+871.00	14+035.00	164	0.660	6	12	0	0.11	0.22	0.33	0.44	0.55	0.66	0.55	0.44	0.33	0.22	0.11	0	-	-	III	Si	0.251	Desborde en el min 3		
14+035.00	14+136.00	101	0.407	6	12	0	0.068	0.136	0.203	0.271	0.339	0.407	0.339	0.271	0.203	0.136	0.068	0	-	-	VIII	Si	0.019	Desborde en el min 1		
14+661.00	14+613.00	48	0.348	6	12	0	0.058	0.116	0.174	0.232	0.29	0.348	0.29	0.232	0.174	0.116	0.058	0	-	-	V	Si	0.185	Desborde en el min 4		
14+668.00	14+772.00	104	0.754	6	12	0	0.126	0.251	0.377	0.502	0.628	0.754	0.628	0.502	0.377	0.251	0.126	0	-	-	V	Si	0.238	Desborde en el min 2		
14+772.00	15+254.00	482	3.493	6	12	0	0.582	1.164	1.746	2.328	2.911	3.493	2.911	2.328	1.746	1.164	0.582	0	-	-	III	Si	0.251	Desborde en el min 1		
14+808.00	15+246.00	438	3.174	6	12	0	0.529	1.058	1.587	2.116	2.645	3.174	2.645	2.116	1.587	1.058	0.529	0	-	-	III	Si	0.251	Desborde en el min 1		
15+381.00	15+565.00	184	1.333	6	12	0	0.222	0.444	0.667	0.889	1.111	1.333	1.111	0.889	0.667	0.444	0.222	0	-	-	III	No	1.385	No hay desbordes en la alc.		
15+407.00	15+520.00	113	0.819	6	12	0	0.136	0.273	0.409	0.546	0.682	0.819	0.682	0.546	0.409	0.273	0.136	0	-	-	III	No	1.385	No hay desbordes en la alc.		
15+618.00	15+713.00	95	0.688	6	12	0	0.115	0.229	0.344	0.459	0.574	0.688	0.574	0.459	0.344	0.229	0.115	0	-	-	III	Si	0.251	Desborde en el min 3		
15+713.00	15+818.00	105	0.761	6	12	0	0.127	0.254	0.38	0.507	0.634	0.761	0.634	0.507	0.38	0.254	0.127	0	-	-	VII	No	0.522	Desborde en el min 5		
Progresivas		Long. m	Q _{máx} = Q _p	T _c = T _p (min)	T _b	Caudales en Δ t min																	Tipo	Sed.	Q capacidad	Condición
Inicio	Final	0				2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22										
16+679.00	16+665.00	14	0.177	11	22	0	0.032	0.065	0.097	0.129	0.161	0.161	0.129	0.097	0.065	0.032	0	-	-	-	IX	Si	0.054	Desborde en el min 4		
16+702.00	16+878.00	176	2.230	11	22	0	0.405	0.811	1.216	1.622	2.027	2.027	1.622	1.216	0.811	0.405	0	-	-	-	VIII	Si	0.072	Desborde en el min 2		
16+702.00	16+886.00	184	2.331	11	22	0	0.424	0.848	1.272	1.696	2.119	2.119	1.696	1.272	0.848	0.424	0	-	-	-	IX	No	0.535	Desborde en el min 4		
16+894.00	17+533.00	639	8.096	11	22	0	1.472	2.944	4.416	5.888	7.36	7.36	5.888	4.416	2.944	1.472	0	-	-	-	X	No	1.694	Desborde en el min 4		
17+012.00	17+029.00	17	0.215	11	22	0	0.039	0.078	0.117	0.157	0.196	0.196	0.157	0.117	0.078	0.039	0	-	-	-	VIII	No	0.474	No hay desbordes en la alc.		
17+304.00	17+491.00	187	2.369	11	22	0	0.431	0.862	1.292	1.723	2.154	2.154	1.723	1.292	0.862	0.431	0	-	-	-	XI	No	0.896	Desborde en el min 6		
18+389.00	18+489.00	100	0.984	11	22	0	0.179	0.358	0.537	0.716	0.895	0.895	0.716	0.537	0.358	0.179	0	-	-	-	VII	No	0.428	Desborde en el min 6		
18+493.00	18+783.00	290	2.854	11	22	0	0.519	1.038	1.557	2.075	2.594	2.594	2.075	1.557	1.038	0.519	0	-	-	-	XII	Si	0.011	Desborde en el min 2		
18+940.00	18+783.00	157	1.545	11	22	0	0.281	0.562	0.843	1.124	1.404	1.404	1.124	0.843	0.562	0.281	0	-	-	-	XII	Si	0.019	Desborde en el min 2		

ANEXO 8. MODELAMIENTO EN 1D Y 2D

1D



2D

