

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Las fallas en las obras de arte menor son el producto de un mal diseño, la mala ejecución, por efectos de la escorrentía superficial, y un inadecuado mantenimiento de las obras de arte.

En diferentes tramos del departamento de Tarija se encuentran diferentes tipos de fallas en las obras de arte menor en carreteras, debido a la falta de intervención con una solución oportuna, por lo cual las obras en general presentan una serie de fallas, sus causas diversas varían como: Un mal diseño, daños físicos como fisuras, asentamientos, socavaciones, erosiones del hormigón, colapsos, obstrucciones, que se han hecho visibles por la falta de un mantenimiento, también mala calidad de los materiales de construcción, deficiencias en la construcción, entre otros que traducen una determinada falla.

En el presente trabajo el autor propone evaluar los daños físicos encontrados de tal manera se puede determinar el grado de deterioro en las obras de arte menor del tramo Puerta El Chaco- Carlazo., también realizar una evaluación hidráulica y estructural y verificar si cumplen o no con sus funciones.

Al hacer este trabajo, se tiene como finalidad que sea un aporte para conocer las fallas de las obras de arte menor, garantizar la estabilidad de la estructura. Y tendrá una gran relevancia social ya que es un aporte para evitar que deriven en la reconstrucción de obras dañadas y que involucren incluso el paquete del pavimento generando mayores costos.

1.1. DISEÑO TEORICO

1.1.1. Planteamiento del problema

1.1.1.1. Situación problemática

Conceptualización puntual del objeto de estudio

Las obras de arte menor en carreteras tienen una función de colectar, conducir, el agua proveniente de las escorrentías superficiales evitando que las mismas provoquen daños al paquete estructural, en gran parte de las carreteras en Tarija, se ha observado diferentes fallas que deben ser registrados de manera oportuna y la más adecuada solución para restablecer su funcionabilidad y durabilidad en el tiempo.

Descripción del fenómeno ocurrido

En el departamento de Tarija se encuentran diferentes tipos de fallas en las obras de arte menor en carreteras, por los efectos de la escorrentía superficial y la faltas de intervención con una solución oportuna, sus causas diversas varían, por lo cual los drenajes en general presentan una serie de fallas, se ha visto que en la ciudad de Tarija existe una periodicidad inadecuada en mantenimientos rutinarios y periódicos de las obras de arte menor por parte de la Administradora Boliviana de Carretera, servicio departamental de caminos y municipios por lo cual se registran soluciones a grados de deterioro mayores, por la falta de una oportuna intervención evitando la continuidad de este hasta su colapso, no le dan el tratamiento a las fallas que se tienen por lo tanto hay pérdidas de estructura.

Perspectiva de solución

En ese sentido es necesario de realizar una evaluación a las fallas de las obras de arte menor, y así saber el grado de deterioro de estas con el propósito de obtener propuestas de solución a las diferentes fallas ya sea estructural e hidráulica con el fin de garantizar la estabilidad de la estructura .

1.1.1.2. Problema de investigación

¿De qué manera una evaluación a las fallas en obras de arte menor, permitirá establecer, el grado de deterioro en los drenajes en servicio de carreteras?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Esta evaluación de las obras de arte menor se justifica debido a que permite conocer el estado actual de las obras de arte menor para que estas sean atendidas, logrando así mejorar el estado de todos sus componentes y sus condiciones de transitabilidad, y de esta manera se pueda mantener una carretera con mejores condiciones.

La duración de la carretera está ligada a la evacuación y conducción del drenaje ya que este es el que define los sectores que pueden ser sujetos a deterioros en épocas de lluvia es así que la vida útil de una carretera está ligada a su drenaje ya que una carretera sin un adecuado drenaje está sujeta a deterioros constantes por efectos de escorrentía en época de lluvias, motivo por el cual es importante contar con un drenaje adecuado y evaluado estructural e hidráulicamente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar las fallas en obras de arte menor del tramo Puerta El Chaco- Carlazo, mediante una identificación física del estado actual, de tal manera se pueda determinar el grado de deterioro.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar tipos de daños físicos en las estructuras de drenaje influyentes en la durabilidad de las obras de arte según el grado de severidad, mediante planillas de inspección.
- Realizar una comparación de los tres procesos metodológicos utilizados en la obtención del grado de deterioro.
- Proponer un proceso de evaluación visual para las obras de arte menor.
- Realizar una evaluación hidráulica al tramo, verificar si el drenaje longitudinal y transversal cumplen con sus funciones.
- Desarrollar una evaluación estructural verificar si cumplen o no, su resistencia del hormigón cada una de las obras de arte.
- Elaborar una clasificación por tipo de fallas hidráulicas, estructurales y daños físicos a las estudiadas en el tramo.
- Elaborar una propuesta de acciones para cada obra.

1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis

La identificación de las fallas de obras de arte menor mediante una evaluación técnica permitirá determinar el grado de deterioro para evitar mayores costos y perjuicios.

1.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

1.5.1. Variable independiente

Las fallas en obras de arte menor

1.5.2. Variable dependiente

Grado de deterioro

1.5.3. Conceptualización y operacionalización de las variables

Tabla 1.1 Conceptualización y operacionalización

Variable nominal	Conceptualización	Operacionalización		
		Dimensión	Indicador	Valor / Acción
Variable independiente Las fallas en obras de arte menor.	Las fallas son el producto de un mal diseño, la mala ejecución, y un inadecuado mantenimiento de las obras de arte.	Fallas	Nivel de severidad	Tipo de fallas estructurales
				Tipo de fallas hidráulicos
				Daños físicos
Variable nominal	Conceptualización	Operacionalización		
El Grado de deterioro	Es el valor que se establece conforme a una escala para un determinado deterioro de la estructura	Escala de deterioro	Grado de deterioro alto, medio, bajo	Libro M. Sc. Ing. Guillermo Cornero
				Inventario manual ABC
				Ministerio de transporte Universidad Javeriana de Colombia

Fuente: Elaboración propia

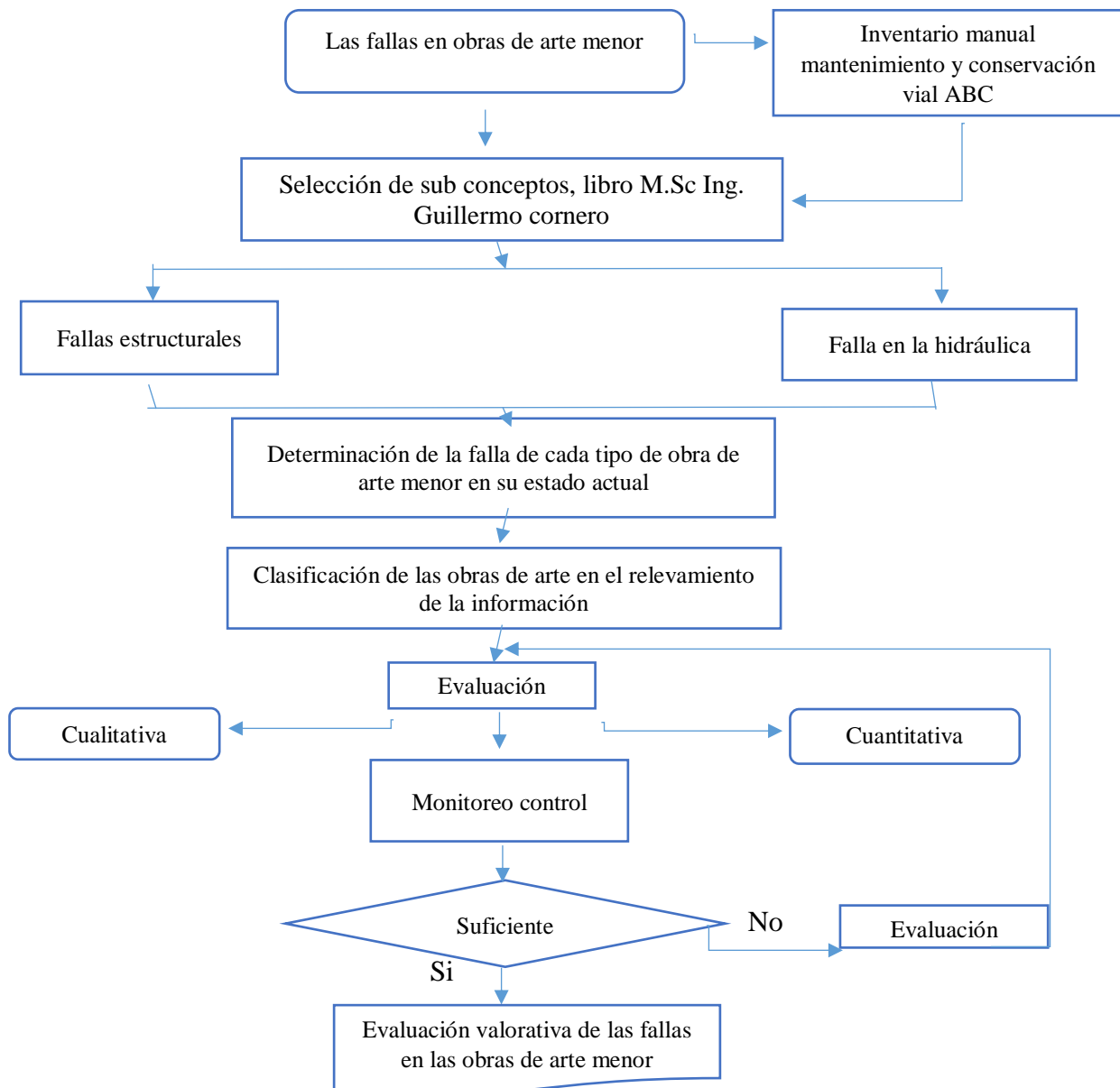
1.6. DISEÑO METODOLÓGICO

1.6.1. Tipo del diseño de investigación

El trabajo presente corresponde al tipo de investigación explicativa se observa los fenómenos tal como se dan en su contexto natural para después evaluarlos, se diagnostica las fallas de los drenajes en las carreteras.

La información que se obtenga al evaluar este tipo de investigación incrementa los conocimientos sobre el estado de las obras de arte menor del tramo evaluado.

1.6.2. Esquema de actividades en función a procedimiento definido por la perspectiva



1.6.3. Unidad de estudio y decisión muestral por variable

1.6.3.1. Unidad de estudio o muestreo

Consideramos como unidad de estudio la evaluación en obras de arte menor en carreteras a objeto de establecer indicadores de estado de las obras de arte menor de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

Obras de arte menor:

Drenaje transversal

Drenaje longitudinal

1.6.3.2. Población y muestra

1.6.3.2.1. Población

Para la presente investigación la población está dada por el número total de obras de arte existentes, en el tramo de carretera “Puerta El Chaco – Carlazo”

1.6.3.2.2. Muestra

Para la presente evaluación se tomara el muestreo probabilístico, donde optaremos por una de las cuatro formas de muestreo probabilístico que vendría a ser el “muestreo simple”.

Aleatoria: Del conjunto de elementos que constituyen una población N se pueden elegir elementos al azar, pudiendo cualquiera tener la misma probabilidad de ser elegidos.

Dónde:

N = Población

n = Muestra

1.6.3.2.3. Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra será igual al tamaño de la población.

Se tiene un tramo general de 6.20 km.

$$N = n$$

$$6.20 = 6.20 \text{ km.}$$



$$L = 6.2 \text{ km.}$$

| # | # | ## | # | # | ## | # | # | ## | # | # | ## | # | ## | # | ## | # | # | ## | # |

1 2 3 4 5 6 6.20 km.

= Obras de arte para ser estudiadas.

Muestra total = 6.20 km.

La longitud se repartida en 6.20 kilómetros para ser estudiados a lo largo de todo el tramo.

= Se estudiara todas las obras de arte menor encontradas en el tramo para observar todos sus elementos y obtener un mejor resultado en un tramo específico las obras de arte menor encontradas son:

Alcantarillas = Chapa ondulada cincada (distintos diámetros),

Cabezales = H° C°

Cunetas = H° C°,

Bajantes (caídas escalonadas) = H° C°

Cajas colectoras = H°C°

1.6.3.3. Técnicas

Recopilación de información existente

Realizar al tramo en estudio un análisis previo de las características de la zona como la topografía, transito, ubicación, clima, geometría de la vía, esto con el fin de definir los parámetros necesarios a emplear.

Encuesta entrevista, recolección bibliográfica, registro de información.

Inspección a la zona

Inspección a la obra, registrar fallas que se tiene, cuantificar, recolectar información bibliográfica, registro de observación científica.

Evaluar las obras de arte del tramo en estudio mediante una inspección visual teniendo en cuenta todas las fallas presentes en el drenaje de la carretera.

Relevamiento de la información

Luego marcar las progresivas de los muestreos del drenaje de la carretera y así realizar su respectiva evaluación.

Obtener los datos en el trabajo de campo de forma ordenada y secuencial para no alterarlos en cada muestreo y así analizar resultados satisfactorios.

Clasificación de las fallas

Una vez marcados los puntos, evaluar a cada muestreo, ya que la cantidad de muestreos tomadas en el tramo a estudiar tiene que ser representativas, que nos permita evaluar el cumplimiento de la norma, establecer las diferencias y relación con los demás parámetros.

Un aspecto principal a tomar en cuenta es la seguridad durante el trabajo, el de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en el tramo inspeccionado.

1.6.3.4. Medios

Instrumentos que se necesitan para hacer la evaluación de las obras de arte menor en las carreteras

Vehículo, cámara fotográfica, para la exploración, GPS y/o equipo topográfico.

Metro, huincha, para medir longitudes y las áreas de los daños.

Regla, para ver si hay desnivelamientos.

Una cinta métrica para establecer las profundidades de las grietas y diferentes fallas.

Planillas de registro del tipo de falla para poder llenar todos los datos correspondientes.

Instrumentos que se necesitan para la resistencia del hormigón (métodos no destructivos)

Esclerómetro, para realizar ensayos de resistencia del hormigón.

Manual de daños de la manual Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), manual Universidad Javeriana de Colombia, con los formatos correspondientes para el desarrollo de la actividad.

Libro guía M. Sc, Ing. Guillermo Cornero.

Planillas para poder llenar todos los datos de campo.

1.7. ALCANCE

Esta evaluación presenta beneficios técnicos en los siguientes aspectos, se tiene como finalidad que sea un aporte para conocer las fallas estructurales e hidráulicas de las obras de arte menor, y así saber el grado de deterioro de los daños físicos de estas con el propósito de obtener propuestas de solución, evitar el deterioro acelerado, prolongar así la vida útil de las obras de arte menor, basado en la información obtenida en la evaluación del tramo.

Y tendrá una gran relevancia social ya que es un aporte para evitar la reconstrucción de obras dañadas y que involucren incluso el paquete del pavimento generando mayores costos.

El presente trabajo de investigación plantea la evaluación hidráulica, estructural y de los daños físicos por los métodos de Cornero, manual ABC y mediante el manual del Ministerio de transporte Universidad Javeriana de Colombia, sobre las obras de arte menor en carreteras además para la determinación del grado de deterioro y su aplicación en el medio para beneficio de estudiantes e ingenieros.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. DESCRIPCIÓN

Las estructuras hidráulicas son herramientas fundamentales para el efectivo control y manejo del agua en una vía, por tal razón la construcción y mantenimiento de estas obras dependerán en gran parte la vida útil de una carretera.

El diagnóstico del estado de las obras de arte nos permitirá conocer las condiciones actuales de la estructura que se está inspeccionado y determinará las actividades correspondientes de mantenimiento para evitar el deterioro parcial o total de la obra de drenaje, que será necesario reparar o restituir inmediatamente. Por tal razón, las actividades de mantenimiento se hacen indispensables para un buen desempeño y funcionamiento de estas y, por ende, alargar su vida útil, a fin de que permanezcan por un mayor tiempo en iguales o similares condiciones de cuando fueron construidas o rehabilitadas.

Se muestran los daños más comunes encontrados en obras de drenaje longitudinal y transversal, así como las actividades de mantenimiento rutinario y periódico necesarias para la protección y conservación de una vía. Se debe tener en cuenta que para la realización de dichas actividades, se deben realizar los estudios previos pertinentes.

2.2. OBRAS DE ARTE MENOR EN CARRETERAS

2.2.1. Definiciones

Son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de una carretera provocada por el agua. Estas obras de arte permiten reducir al mínimo el agua que fluye en la carretera, mediante la captación de la misma, evitan que el agua provoque daños estructurales. De la construcción de las obras de arte, dependerá en gran parte la vida útil, estabilidad y transitabilidad de la carretera.

El objetivo principal de las obras de arte menor es evacuar el agua acumulada por efecto de las precipitaciones y de la escorrentía a otras fuentes que no ocasionen daños en los diferentes elementos que componen una vía.

Las dos funciones principales de las estructuras de drenaje son:

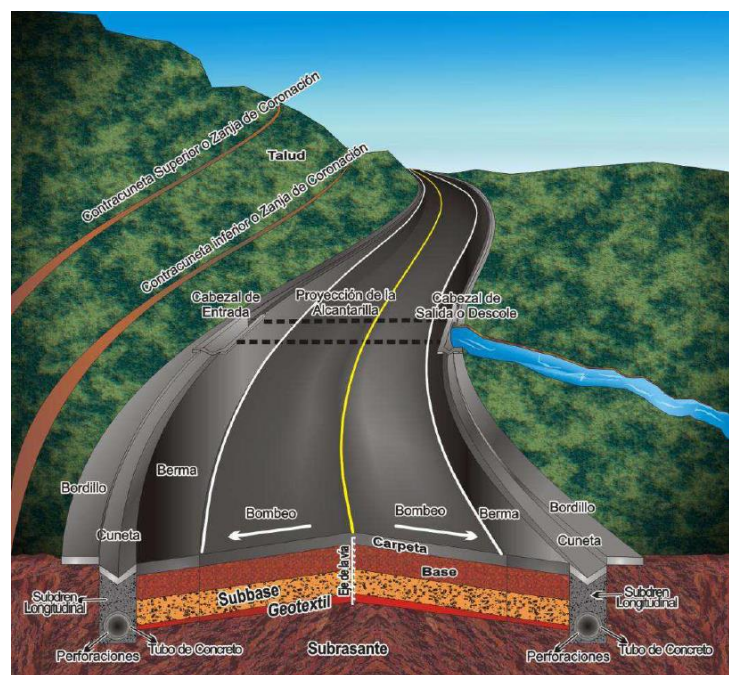
Control: Colectar y manejar el agua para propósitos que beneficien al hombre.

Protección: defender los intereses del hombre contra los ataques del agua.

Las estructuras de drenaje vial que trabajan directamente sobre la carretera se consideran longitudinales (cunetas, canales o bordillos), transversales (alcantarillas), según la posición que estas guarden con respecto a la vía.

Las obras para el control de erosión de taludes conducen las aguas a zonas seguras donde no se afecte la estabilidad de los taludes. En estas obras se encuentran las zanjas de coronación o cuneta, los canales colectores y los disipadores.

Figura 2.1 Sistema drenaje en una vía



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

2.3. DRENAJE TRANSVERSAL

Los sistemas de drenaje transversal están constituidos por elementos que transportan el agua y cruzan el eje de la carretera. Por lo general, el cruce se realiza de manera perpendicular al eje y transportan el aporte de la cuenca que se encuentra aguas arriba de la vía en dirección aguas abajo. Entre estos se encuentran las alcantarillas.

2.3.1. Alcantarilla

Las alcantarillas son estructuras que permiten el paso de las aguas superficiales por debajo de las obras de un camino, siendo deseable que cumplan con las siguientes condiciones:

Ser elementos estructurales construidos en base a diseños tipo que prevean dimensiones variables dentro de determinados rangos, en cuanto a sección, largo, profundidad de fundación, pendiente esviaje, etc.

Luz simple menor de 6 metros, o luces múltiples contiguas de total inferior a 12 metros.

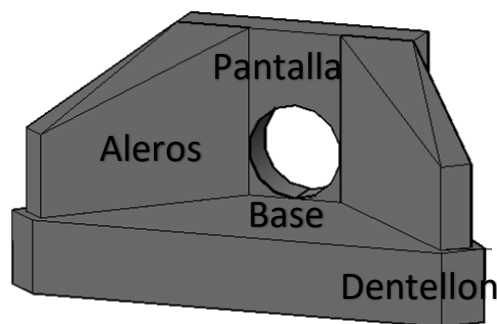
Largo de la estructura que permita el desarrollo total del coronamiento de la obra básica.

Recubrimiento de terraplén sobre la loza, no siendo utilizada por lo tanto su parte superior como superficie de rodamiento.

Por lo tanto evacúan de las aguas de escorrentías y su función es drenar corrientes de agua permanentes o estacionales. La finalidad de este tipo de drenaje es permitir el paso transversal del agua que cruza el eje de la vía, para que perturbe lo menos posible la circulación del agua por el cauce natural, sin excesivas sobreelevaciones del nivel del agua, que provoquen el estancamiento aguas arriba o aumentos de la velocidad, que pueden inducir erosiones aguas abajo. Todo lo anterior permite el desagüe normal de las corrientes de agua interrumpidas por la infraestructura.

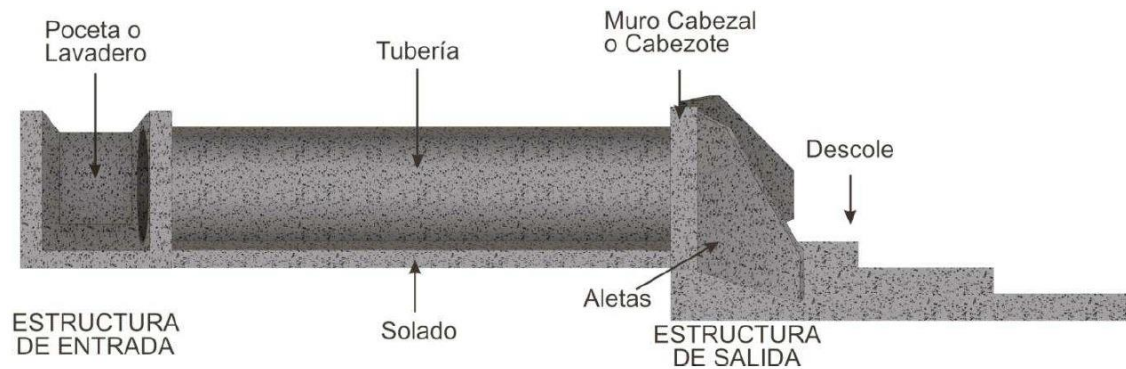
Las partes principales de una alcantarilla son: Aleros, muro cabezal o pantalla, base, dentellón, caja colectora y tubería de conducción.

Figura 2.2 Partes de una alcantarilla



Fuente: Manual CivilGeeks.com

Figura 2.3 Partes de alcantarilla con caja colectora (poceta).



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

2.3.1.1. Tipología de las alcantarillas

2.3.1.1.1. Tipo y sección

Las formas más usuales de las secciones transversales responden a circulares, para reducidos caudales de descarga, y rectangulares para caudales mayores.






Se presentan además secciones abovedadas y ovaladas que tienen la ventaja sobre las circulares de permitir mayor escurrimiento de agua con menor altura de la alcantarilla.

En carreteras de alto volumen de tránsito y por necesidad de limpieza y mantenimiento de las alcantarillas, se recomienda una sección mínima circular de 1.00 m. de diámetro o su equivalente de otra sección.

La elección del tipo de materiales de la alcantarilla depende de varios aspectos, entre ellos podemos mencionar el tiempo de vida útil, costos resistencia, rugosidad, condiciones del terreno, resistencia a la corrosión, abrasión, fuego, e impermeabilidad, y principalmente de la disponibilidad de materiales en el lugar.

Los tipos más comunes utilizados corresponden a los indicados en la siguiente figura.

Figura 2.4. Tipos de secciones más comunes de alcantarillas.

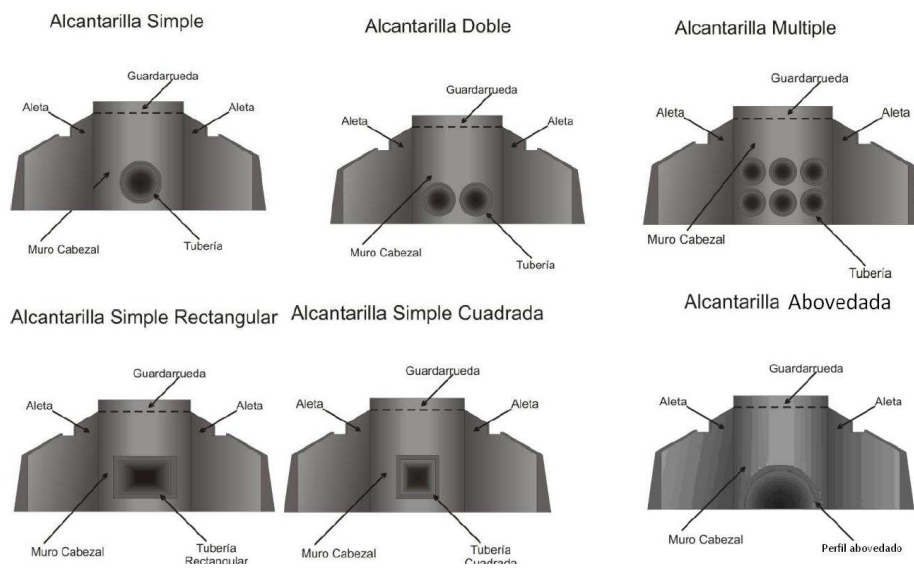
Designación	Sección	Materiales
Rectangular		Hormigón Mampostería Madera
Caño circular		Hormigón Chapa ondulada cincada
Caño abovedado		Chapa ondulada cincada
Caño ovalado		Chapa ondulada cincada
Bóveda		Hormigón Mampostería Hormigón y chapa ondulada

Fuente: Cornero Guillermo A. Construcción y Conservación de alcantarillas.

Existen alcantarillas en concreto simple, reforzado o metálico y de diferentes secciones; circular, cuadrada, rectangular y abovedadas.

Estas alcantarillas son de tipo simple, doble o múltiple, dependiendo de los números de ductos.

Figura 2.5. Tipos de alcantarillas.



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

2.3.2. Muros de cabeceras

Reciben tal denominación las obras realizadas en los extremos de los conductos, que les confieren los siguientes beneficios:

Incrementan la eficiencia hidráulica de la alcantarilla

Retienen el talud de los terraplenes disminuyendo la longitud del conducto

Previenen la erosión y la socavación tanto a la entrada como a la salida de la obra

Sirven de anclaje a la alcantarilla y controlan posibles infiltraciones

Mejoran la apariencia estética

A la salida del conducto el agua adquiere mayor velocidad, alcanzando su valor máximo a una distancia aproximadamente igual a dos veces el ancho del conducto, la falta de estos conocimientos provoca daños en los taludes de los terraplenes en adyacentes de los muros.

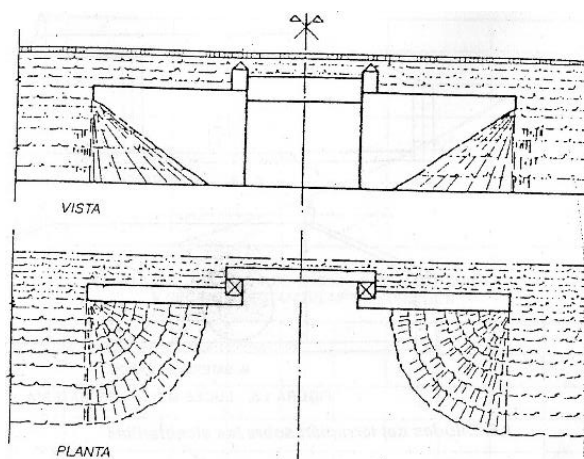
2.3.3. Tipos de muros

Con relación a su geometría se presentan dos formas típicas de muros de cabecera

2.3.3.1. Muros de vuelta

Son aquellos construidos paralelos al eje de la carretera, se emplean con escurrimientos con bajos causes en causes indefinidos. Son utilizados especialmente en alcantarillas para accesos a propiedades. Su uso es obligado cuando la topografía del emplazamiento es tan quebrada que no admite la construcción de muros de ala.

Figura 2.6 Muros con vuelta

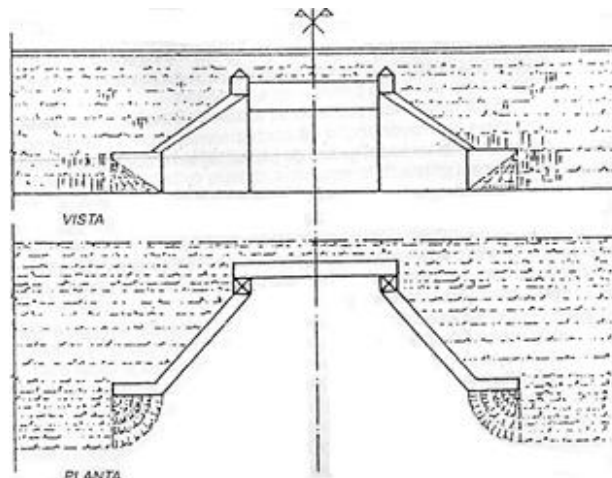


Fuente: Cornero Guillermo A. Construcción y Conservación de alcantarillas.

2.3.3.2. Muros de ala

Su ángulo varía entre 30° y 75° con respecto al eje longitudinal del conducto, presentando una mejor eficiencia hidráulica en relación a los muros de vuelta.

Figura 2.7 Muros con ala



Fuente: Cornero Guillermo A. Construcción y conservación de alcantarillas.

2.3.4. Pendientes

Los conductos deben tener una pendiente mínima a fin de asegurar la mayor eficiencia hidráulica posible. Esto se logra diseñando pendientes no inferiores a la crítica, de manera de garantizar un funcionamiento con control de entrada.

En caños de hormigón deben diseñarse pendientes inferiores a 0.5 %

En alcantarillas de hormigón de sección rectangular, la pendiente mínima será en función de la altura del encubrimiento.

En condiciones de chapa ondulada cincada la pendiente mínima será en función del equipo de ondulación, diámetro y profundidad del escurrimiento. Pendientes del orden de 1.30 % a 2.70 % asegurarían el escurrimiento crítico estos valores se reducen entre 25 % y 30 % si el fondo del conducto es el pavimento

Una solución usual para disminuir la pendiente del conducto y profundizar el lecho de entrada, previendo una embocadura que debe ser diseñada de manera de controlar los procesos erosivos.

Figura 2.8 Alcantarilla con fuerte pendiente

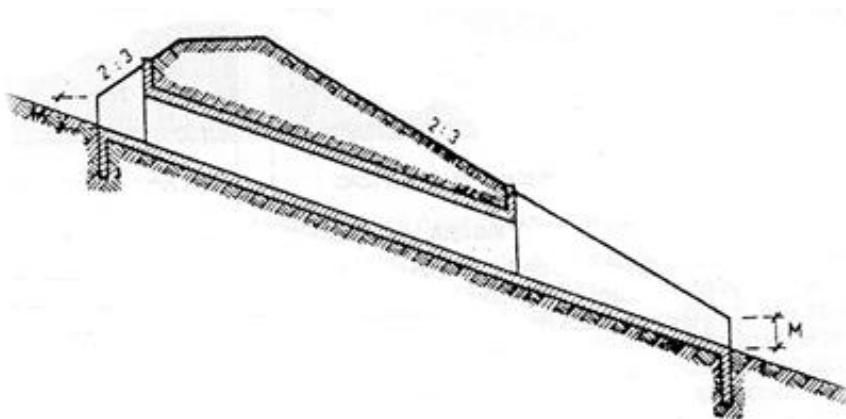


Figura: Cornero Guillermo A. Construcción y conservación de alcantarillas.

2.4. FUNDACIÓN DE LAS ALCANTARILLA

2.4.1. Generalidades

Las alcantarillas son obras de arte que, por estar ubicadas en los bajos están fundadas generalmente sobre terrenos de baja calidad en estas condiciones es usual encontrar terrenos de relleno poco consolidados debido a procesos de socavación durante escurrimientos extraordinarios y posterior relleno.

Esto hace necesario realizar estudio de suelo para la fundación de todas las obras de arte de una obra caminera, tarea que no se realiza usualmente.

2.4.2. Fundaciones sobre suelos

Los estudios de suelo deben comprender como mínimo las siguientes determinaciones: humedad natural, constantes físicas, sales solubles totales, sulfatos, granulometría, clasificación de casa grande y ensayo de penetración estándar.

Se estima como mínimo usar dos sondeos por obra, cualquiera sea la superficie cubierta por la misma, y que cada sondeo no cubra un área mayor de la de un círculo de 10 metros de radio.

En caso de que se comprueben condiciones geotécnicas muy heterogéneas se intercalan suelos para definir con precisión el perfil resultante.

2.4.3. Fundación sobre roca

El comportamiento de la roca como material de fundación representa características distintas al de los suelos, pero en grado diferente según se trate de grandes o de pequeñas cimentaciones. Si bien no hay un límite establecido entre ambas categorías, el caso en estudio (zapatas, muros) se encuentra netamente dentro del área de las pequeñas cimentaciones.

2.5. DRENAJE LONGITUDINAL

Por medio del drenaje longitudinal se captan las aguas superficiales, y así se mejoran las condiciones de accesibilidad y seguridad de esta. Entre las estructuras relevantes de este tipo tenemos las cunetas y los bordillos.

2.5.1. Cunetas

Se refiere a la zanja lateral paralela al eje de la carretera o del camino construido entre el borde de la calzada y el pie del talud. Su sección transversal es variable según sea la sección del diseño

Las funciones principales de una cuneta son recoger las aguas de escorrentías procedentes de la calzada, para evitar encharcamientos en la vía, que disminuyen su nivel de servicio y que pueden causar problemas por infiltración a la capa asfáltica, recoger las aguas de escorrentías procedentes de los taludes de corte y laderas adyacentes.

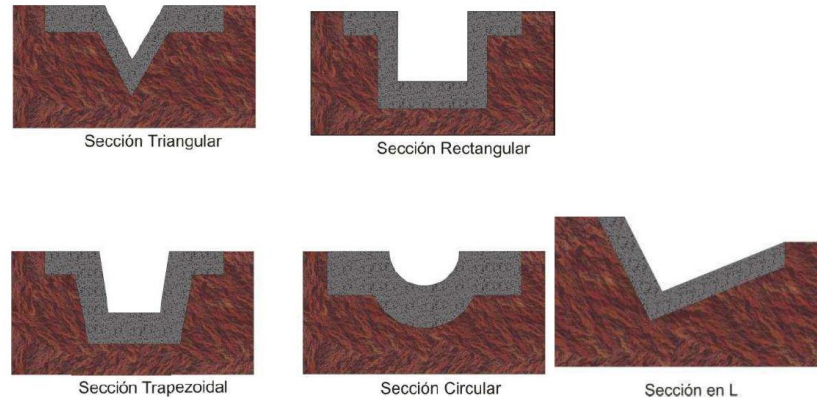
Las secciones típicas de cunetas que se pueden encontrar en campo se muestran en la figura.

Tabla 2.1 Convección de cunetas

Sección de cuneta	Convención
Triangular	TRI
Rectangular	REC
Trapezoidal	TRA
Circular	CIR
Ele	L

Fuente: Administradora Boliviana de Carreteras.

Figura 2.9 Secciones típicas de cunetas



Fuente: CivilGeeks.com

Las cunetas que sirven como bordes que forman una barrera para conducir el agua hacia los lavaderos o bajantes y que evitan erosiones en los taludes y la saturación de estos por el agua que cae sobre la corona de la vía.

El revestimiento de las cunetas puede hacerse utilizando diferentes materiales que van desde piedra bola, o de canto rodado, ligados con mortero, arena – cal, o arena – cemento, hasta placas de concreto hidráulico prefabricadas o fundidas en el lugar.

2.6. ESTRUCTURAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA EN EL TRAMO

Se debe entender como tal ciertas estructuras hidráulicas capaces de transportar un caudal determinado, desde un nivel superior a uno inferior, manteniendo una energía cinética dentro de unos límites admisibles que eviten la erosión y destrucción de la propia estructura y el cauce que finalmente recoja las aguas procedentes de aquellas.

La estructura de disipación encontrada en nuestro medio son las caídas escalonadas y los canales con pendientes supercríticos o rápidas.

2.6.1. Caída escalonada

Esta estructura permite la conducción del agua desde un nivel superior a otro inferior, manteniendo la energía cinética constante.

Los criterios que deben predominar en su diseño hidráulico son los siguientes:

La altura entre escalones debe ser limitada (teniendo en cuenta acción dinámica y avance del chorro).

La longitud de cada escalón debe permitir la formación de resalto hidráulico.

En cada escalón se debe producir el ahogamiento del resalto hidráulico (debe existir controles sobre el nivel de agua).

2.7. MANUAL DE FALLAS

2.7.1. Marco conceptual

Al ser las obras de arte menor un componente principal del sistema de carreteras principales, se debe tener un especial cuidado tanto en su diseño como en su construcción y posterior mantenimiento, ya que de lo contrario son susceptibles a fallas, estas ya sean por diferentes motivos, pudiendo así provocar la destrucción del paquete estructural, del talud, del terraplén, y por consiguiente de la carretera, ocasionando esto una erogación de gastos por reconstrucciones, reparaciones y provocando un perjuicio económico a quienes utilizan con más frecuencia la carretera.

2.7.2. Marco referencial

El grado de deterioro a obtener de cada obra de arte menor se basa básicamente sobre el manual de mantenimiento de la Administradora Boliviana de Carreteras.

2.7.3. Marco normativo

Según investigaciones respecto a inspecciones de las fallas en obras de arte menor, en nuestro medio no existe una metodología específica detallada aplicado a la rama, si existe manual de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) manuales de mantenimiento, conservación vial y planillas de campo que son generalizados a toda la vía.

2.8. MATRIZ DE DIAGNÓSTICO CLASIFICACIÓN DE FALLAS MINISTERIO DE TRANSPORTE UNIV. JAVERIANA DE COLOMBIA

Mediante la “Matriz de diagnóstico de las fallas” se pretende relacionar los daños descritos con su respectiva acción de mantenimiento, y así facilitar el uso práctico del presente documento. La matriz cuenta con cinco columnas que describen el daño y los criterios de reparación para cada uno de estos. A continuación se describen cada una de las columnas:

Estructura: Esta columna está dividida en drenaje longitudinal y transversal. Se refiere al tipo de estructura al que se realizará el diagnóstico y, por ende, el mantenimiento.

Falla: Corresponde al nombre del daño.

Descripción: En esta columna se realiza una descripción del daño, nombrado en la columna “Falla”.

Criterios de reparación: Corresponde al nombre de la actividad de mantenimiento correctiva del daño en estudio.

Código de ficha: Corresponde al código asignado en el subcapítulo de mantenimiento del presente Manual.

A continuación se presenta la “Matriz de diagnóstico de las fallas” del presente capítulo, para el mantenimiento de la carretera.

Tabla 2.2 Matriz diagnostico

Estructura	Falla	Descripción	Reparación	Código de ficha de mantenimiento
Drenaje Longitudinal	Escalonamiento	Desnivel entre dos módulos de concreto separados por una junta transversal o desnivel en la junta entre la cuneta y el pavimento	Reparación de cunetas revestidas y bordillos	DR-03
	Grieta	Rotura longitudinal o transversal presente en la cuneta. Es el resultado de esfuerzos que actúan en el concreto	Reparación de cunetas revestidas y bordillos	DR-03
	Desgastes	Deterioro de la superficie de la cuneta; se evidencia la pérdida de material y presencia de los agregados pulidos en la superficie. En algunos casos hay pérdida de agregados superficiales. Es muy común encontrar este tipo de daños en sectores con curvas horizontales, debido a la concentración de esfuerzos por el tránsito de los vehículos o mala calidad del concreto	Reparación de cunetas revestidas y bordillos	DR-03
	Desportillamiento de cuneta	Consiste en la desintegración de las aristas o del borde de una junta transversal o una grieta, con pérdida de trozos y que pueden afectar hasta unos 5 cm dentro de la cuneta	Reparación de cunetas revestidas y bordillos	DR-03

Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Tabla 2.3 Matriz diagnostico

Estructura	Falla	Descripción	Reparación	Código de ficha de mantenimiento
Drenaje Longitudinal	Fracturamiento de la cuneta	En este daño se presenta agrietamiento en bloques mayores a 0,30 m x 0,30 m. Se considera que hay fracturamiento cuando se presentan más de dos bloques en un módulo; de lo contrario, se deberá reportar como grietas	Reparación de cunetas revestidas y bordillos	DR-03
	Separación de la cuneta	Consiste en el ensanchamiento de la junta existente entre la calzada o la berma y la cuneta.	Reparación de cunetas revestidas y bordillos.	DR-03
	Obstrucción de cuneta	Consiste en el depósito de sedimentos que generan un estancamiento de agua	Limpieza a mano de cunetas revestidas, reconformación de cunetas no revestidas	DR-01/DR-02
	Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales	Consiste en el depósito de sedimentos que generan un estancamiento de agua, en disipadores, zanjas de coronación y canales	Limpieza de zanjas de coronación, y de canales y aliviaderos a mano y limpieza de disipadores de energía	DR-04/DR-07 DR-09
Drenaje transversal	Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos	Rotura longitudinal o transversal presente en aleros, cabezal y muros en una estructura de drenaje transversal. Estos tipos de daños afectan la estabilidad y funcionalidad de la estructura	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas. Reparación de canales y aliviaderos a mano	DP-02/DR-08

Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Tabla 2.4 Matriz diagnostico

Estructura	Falla	Descripción	Reparación	Código de ficha de mantenimiento
Drenaje transversal	Grietas en tubería principal	Rotura presente en una tubería principal. Este tipo de daños es común en las alcantarillas	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas	DP-02
	Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas	Rotura presente en la unión entre el cabezal y las aletas. Este tipo de daños afectan tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas	DP-02
	Fractura con pérdida total o parcial de la tubería	Consiste en la desintegración total o parcial de la tubería. Este tipo de daño afecta la estabilidad y funcionalidad de la estructura y de la vía en general, porque ocasiona infiltraciones del agua al terreno	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas Reemplazo de tuberías	DP-02 DP-03
	Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras	Rotura presente en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas	DP-02
	Separación de secciones de tubería	Es la separación de las secciones de la tubería que ocasionan inestabilidad del terreno y de la banca de la vía, debido a la infiltración de agua provocada por dicho daño	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas	DP-02
	Hundimiento o aplastamiento	Consiste en el hundimiento o aplastamiento de las secciones de la tubería	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas Reemplazo de tuberías	DP-02 DP-03

Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Tabla 2.5 Matriz diagnostico

Estructura	Falla	Descripción	Reparación	Código de ficha de mantenimiento
Drenaje transversal	Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería	Consiste en la exposición del acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería; se genera corrosión que reduce la vida útil de la estructura, hasta llegar a generar su colapso	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas, y/o reparación de cabezales	DP-02 DR-11
	Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado y/o muro cabezal	Consiste en la socavación sobre las estructuras, provocando en la mayoría de los casos el colapso.	Reparación de aletas, solado y/o muro cabezal expuestas a la socavación.	DR-12
	Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones	Es la pérdida de mortero o deterioro de este en las uniones de la tubería	Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas	DP-02
	Obstrucción de alcantarilla	Consiste en la acumulación de materiales de construcción, basuras, sedimentos, entre otros, que obstruyen el paso libre del agua y que ocasionan estancamiento; por ende, se afecta el buen funcionamiento de la estructura	Limpieza de alcantarilla, bóvedas y cajas	DR-06

Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

2.8.1. Diagnóstico del estado de las obras de arte menor

De un correcto diagnóstico de las obras de arte menor dependerán en gran parte el estado de estas, ya que nos dará un criterio de evaluación de los daños presentes, para así realizar los mantenimientos oportunos y necesarios para la estabilidad y funcionamiento de estas, sin llegar a afectar ningún elemento de la vía.

Para llevar a cabo lo citado, en este capítulo se describen los daños más frecuentes en las obras de drenaje longitudinal y transversal presentes en la vía. Se describe la falla, sus posibles causas, el nivel de severidad, su medición respecto al área afectada y de esta forma poder detectarlos durante la inspección vial.

Para el registro de los daños en las estructuras de drenaje se cuenta con dos formatos, como se muestra a continuación.

Formato para registro de daños en drenaje longitudinal.

Formato para registro de daños en drenaje transversal.

A continuación, se muestra el diagnóstico de daños de obras de drenajes, subdividido en dos grupos, drenaje longitudinal y transversal.

2.8.2. Drenaje longitudinal

Los deterioros encontrados en los drenajes longitudinales se muestran en la (Tabla 2.6).

Tabla 2.6 Diagnostico de fallas

Tipo de daño	Código
Escalonamiento	ES
Grieta	GR
Desgastes	DS
Desportillamiento de cuneta	DE
Fracturamiento de la cuneta	FR
Separación de la cuneta	SE
Obstrucción de la cuneta	OB
Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales	OBS

Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

2.8.2.1. Falla: Escalonamiento (ES)

Descripción del daño

Desnivel entre dos módulos de concreto separados por una junta transversal o desnivel en la junta entre la cuneta y el pavimento.

Figura 2.10 Escalonamiento



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Asentamiento diferencial de la subrasante.

Defectos constructivos.

Filtración de agua, entre junta o grieta del pavimento con la cuneta.

Raíces de árboles.

Cargas del tránsito aplicadas en forma lenta o rápida (las cunetas no se diseñan para soportar cargas).

Nivel de severidad

Se determina de acuerdo con la separación entre las superficies de los módulos de la cuneta:

Baja: Escalonamiento menor a 6 mm.

Media: Escalonamiento entre 6 mm y 25 mm.

Alta: Escalonamiento mayor a 25 mm.

Medición

Longitud de cuneta afectada en metros (m).

Intervención recomendada

Baja: No se repara.

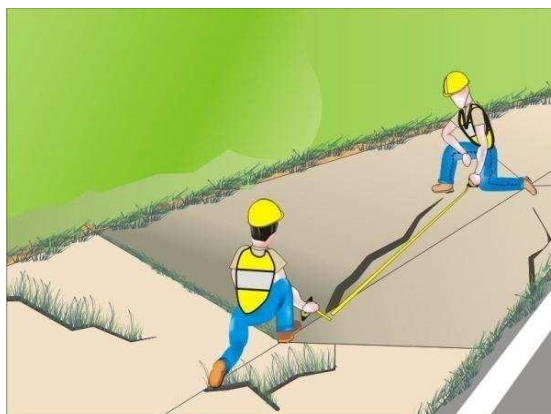
Media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03).

2.8.2.2. Falla: Grieta (GR)

Descripción del daño

Rotura longitudinal o transversal presente en la cuneta. Es el resultado de esfuerzos que actúan en el concreto.

Figura 2.11 Grieta



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Defectos constructivos.

Cargas del tránsito aplicadas en forma lenta o rápida (las cunetas, en general, no se diseñan para soportar cargas).

Calidad de los materiales utilizados en la construcción de la cuneta.

Movimiento del terreno.

El nivel de severidad

Se define de acuerdo con la abertura de la grieta.

Bajo: Abertura menor a 3 mm o fisuras selladas que no permiten la infiltración de agua.

Medio: Abertura entre 3 mm y 10 mm. Generalmente se observa la presencia granular tipo arena y/o presencia de vegetación.

Alto: Abertura mayor a 10 mm. Se observa infiltración importante con material granular y puede haber presencia de vegetación.

Medición

Longitud de grieta en metros (m). Cada nivel de severidad se mide y se reporta por separado.

Intervención recomendada

Severidad baja: No se repara.

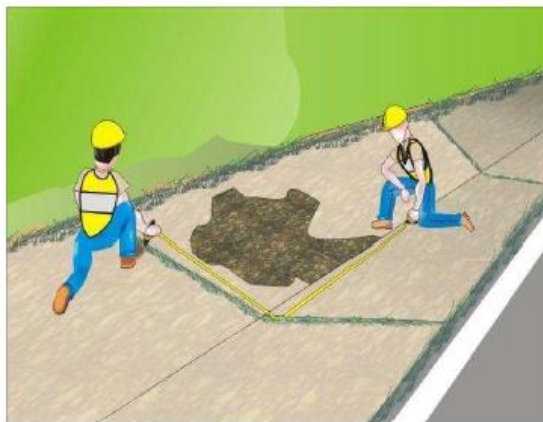
Severidad media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03).

2.8.2.3. Falla: Desgaste (DS)

Descripción del daño

Deterioro de la superficie de la cuneta. Se evidencia la pérdida de material y presencia de los agregados pulidos en la superficie. En algunos casos hay pérdida de agregados superficiales. Es muy común encontrar este tipo de daños en sectores con curvas horizontales por el cambio de dirección o por mala calidad del concreto.

Figura 2.12 Desgaste



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Altas velocidades de flujo.

Mala calidad de los materiales.

Acción del tránsito.

Agentes abrasivos y/o erosivos del ambiente.

Nivel de severidad

Bajo: Pérdida del recubrimiento del agregado pétreo que ha comenzado a desgastarse, pero no de manera significativa.

Medio: La superficie del concreto es moderadamente rugosa y hay pérdida leve de partículas; sin embargo, no se observa una socavación significativa.

Alto: La superficie está muy rugosa y presenta pérdida de partículas, puede presentarse una socavación que genera un canal más pequeño por donde pasa el flujo.

Medición

Área afectada en metros cuadrados (m^2), y el número de secciones de cuneta afectada. Cada nivel de severidad se mide y se reporta por separado.

Intervención recomendada

Severidad baja: No se repara.

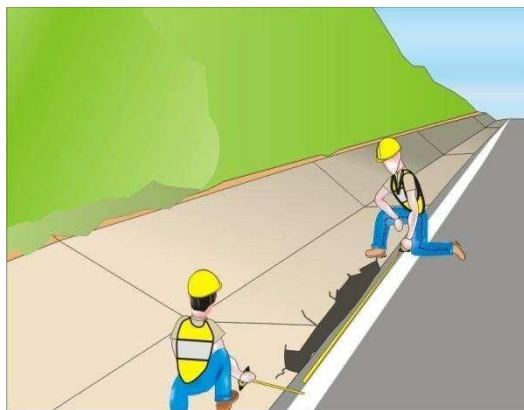
Severidad media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03) en las secciones afectadas.

2.8.2.4. Falla: Desportillamiento de cuneta (DE)

Descripción del daño

Consiste en la desintegración de las aristas o del borde de las juntas longitudinales o transversales de la cuneta, con pérdida de trozos que pueden afectar parte de su espesor.

Figura 2.13 Desportillamiento de cuneta



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Pérdida de adherencia en los bordes de la cuneta.

Mal terminado.

Baja calidad de los materiales.

Cargas del tránsito.

Nivel de severidad

El nivel de severidad se mide de acuerdo con la distancia entre la junta y el borde externo del desportillamiento, tal como se indica a continuación:

Bajo: Distancia menor a 5 cm.

Media: Distancia entre 5 cm y 15 cm.

Alta: Distancia mayor a 15 cm.

Medición

Área afectada en metros cuadrados (m^2), y el número de secciones de cuneta que presentan daño.

Intervención recomendada

Severidad baja: No se repara.

Severidad media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03) en las secciones afectadas.

2.8.2.5. Falla: Fracturamiento de la cuneta (FR)

Descripción del daño

En este daño se presenta agrietamiento en bloques mayores a 0,30 m x 0,30 m. Se considera que hay fracturamiento cuando se presentan más de dos bloques en un módulo; de lo contrario, se deberá reportar como grieta

Figura 2.14 Fracturamiento de la cuneta



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Expansión del concreto.

Realce de árboles.

Mala calidad de los materiales.

Cargas del tránsito.

Nivel de severidad

Bajo: Existen más de dos bloques en el módulo de la cuneta; sin embargo, no hay desplazamiento ni hundimientos del concreto y no se observa infiltración excesiva de agua.

Medio: Existen de dos a cuatro bloques que presentan una separación entre 3 mm y 10 mm con algún desplazamiento y sin hundimiento.

Alto: Existen más de cuatro bloques que presentan separaciones entre sí, mayores a 10 mm. Adicionalmente, hay desplazamientos y hundimientos que permiten infiltración de agua a las capas inferiores. Puede existir remoción total o parcial del concreto y no hay continuidad de la cuneta.

Medición

Área afectada en metros cuadrado (m²), y el número de módulos de cuneta fallados; adicionalmente deberá indicarse si hay pérdida de concreto, indicando el área faltante. Cada nivel de severidad se mide y se reporta por separado.

Intervención recomendada

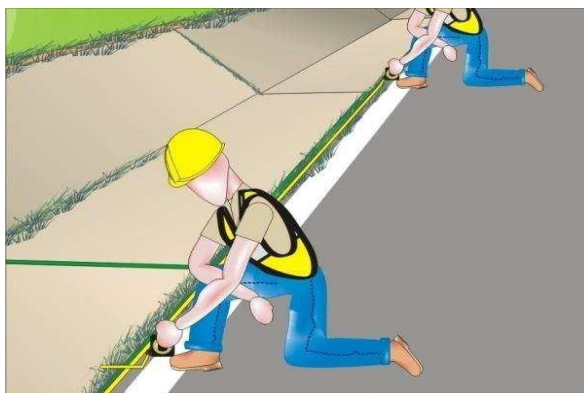
Severidad baja: No se repara.

Severidad media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03).

2.8.2.6. Falla: Separación de la cuneta (SE)**Descripción del daño**

Consiste en el ensanchamiento de la junta existente entre la calzada o la berma y la cuneta.

Figura 2.15 Separación de cunetas



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Asentamiento del soporte de la cuneta.

Succión de los árboles.

Mala calidad de la construcción.

Nivel de severidad

El nivel de severidad se determina de acuerdo con la separación de cuneta con la calzada o la berma. Así:

Bajo: Separación menor a 3 mm.

Media: Separación entre 3 mm y 10 mm.

Alta: Separación mayor a 10 mm.

Medición

Longitud en metros de cuneta afectada (m), así como el número de secciones involucradas.

Cada nivel de severidad se mide y se reporta por separado.

Intervención recomendada

Severidad baja: No se repara.

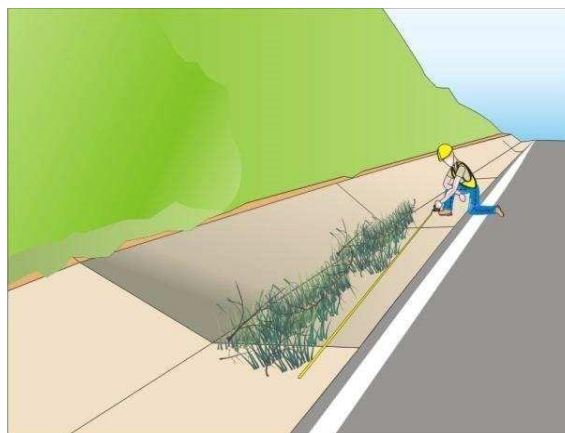
Severidad media y alta: Reparación de cunetas revestidas y bordillos (DR-03).

2.8.2.7. Falla: Obstrucción de cuneta (OB)

Descripción del daño

Consiste en el depósito de sedimentos que genera un estancamiento de agua.

Figura 2.16 Obstrucción de cuneta



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Baja velocidad del flujo de agua, que condiciona el depósito de basuras y/o materiales extraños.

Depósito de materiales provenientes de taludes adyacentes a la cuneta.

Falta de limpieza de la cuneta.

Rugosidad de la superficie de la cuneta, que permite la acumulación de sedimentos.

Mala calidad de la construcción.

Nivel de severidad

Bajo: Menos del 2 % de la sección se encuentra con material transportado, como el que proviene de taludes adyacentes.

Medio: La cuneta se encuentra obstruida entre el 2 % y el 30 % de su sección transversal.

Alto: La cuneta presenta obstrucción en más del 30 % de su sección transversal.

Medición

Longitud en metros de cuneta afectada (m), así como el número de secciones involucradas.

Intervención recomendada

Severidad baja: No se limpia.

Severidad media y alta: Limpieza a mano de cunetas revestidas (DR-01), y en el caso de ser no revestida, las cunetas no revestidas se reconforman a mano (DR-02).

2.8.2.8. Falla: Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales (OBS)

Descripción del daño

Consiste en el depósito de sedimentos, lo cual genera un estancamiento de agua, en disipadores, zanjas de coronación y canales.

Figura 2.17 Obstrucción de disipadores, zanjas y canales



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Baja velocidad del flujo de agua, la cual condiciona el depósito de basuras y/o de materiales extraños.

Depósito de materiales provenientes de taludes adyacentes a la estructura. Falta de limpieza.

Rugosidad de la superficie de la estructura, lo que permite la acumulación de sedimentos.

Nivel de severidad

Bajo: Menos del 2 % de la sección se encuentra con material transportado, como el que proviene de taludes adyacentes o basuras.

Medio: La cuneta se encuentra obstruida entre el 2 % y el 30 % de su sección transversal.

Alto: La cuneta presenta obstrucción en más del 30 % de su sección transversal.

Medición

Longitud en metros de la estructura afectada (m), así como el número de módulos involucrados.

Intervención recomendada

Severidad baja: No se limpia.

Severidad media y alta: Limpieza de zanjas de coronación (DR-04), limpieza de canales y aliviaderos a mano (DR-07) y limpieza de disipadores de energía (DR09).

2.8.3. Drenaje transversal

Los deterioros encontrados en los drenajes transversales se muestran en la (Tabla 2.7)

Tabla 2.7 Deterioros en drenajes transversales

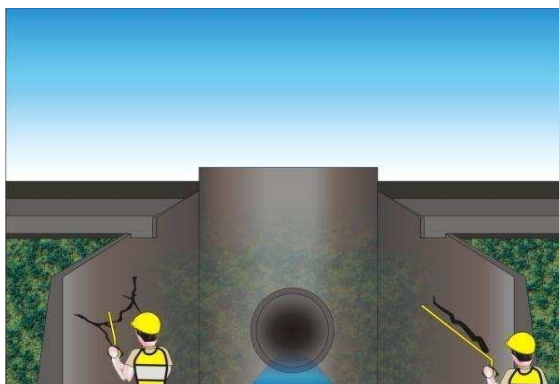
Tipo de daño	Código
Grietas en los aleros , el muro cabezal o pantalla	GAM
Grietas en la tubería principal	GTP
Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aleros	GV
Fractura con pérdida total o parcial de la tubería	FT
Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole	GRI
Separación de secciones de tubería	ST
Hundimiento o aplastamiento	HU
Exposición de acero de refuerzo en el muro cabezal, las aleros y la tubería	EA
Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado y/o muro cabezal	SO
Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones	DP
Obstrucción de alcantarilla	OA
Obstrucción de maleza	OBC

2.8.3.1. Falla: Grietas en aletas, muro cabezal y muros pocetas o lavaderos (GAM)

Descripción del daño

Rotura longitudinal o transversal presente en las aletas, el muro cabezal o pantalla en una estructura de drenaje transversal. Estos tipos de daños afectan la estabilidad y funcionalidad de la estructura.

Figura 2.18 Grietas en los aleros, el muro cabezal o pantalla



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

- Inestabilidad del terreno.
- Mala calidad de los materiales.
- Ausencia de drenaje.

Nivel de severidad

El nivel de severidad se define de acuerdo con la abertura de la grieta:

Bajo: Abertura menor a 3 mm o fisuras selladas.

Medio: Abertura entre 3 mm y 10 mm. Se observa la presencia granular tipo arena y/o presencia de vegetación.

Alto: Abertura mayor a 10 mm. Se observa una presencia importante de material granular y presencia o no de vegetación.

Medición

Se debe medir y registrar longitud, ancho y profundidad, si es posible, de la grieta en metros (m) o en centímetros (cm).

Intervención recomendada

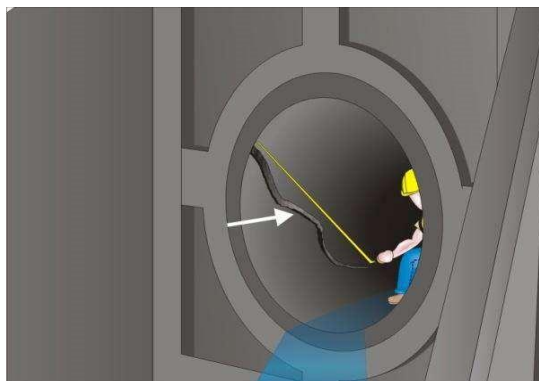
Reparación menor de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02) y reparación menor de canales y aliviaderos a mano (DR-08).

2.8.3.2. Falla: Grietas en tubería principal (GTP)

Descripción del daño

Rotura presente en una tubería principal.

Figura 2.19 Grietas en una tubería principal



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Profundidad inadecuada de la alcantarilla.

Asentamiento por deficiencia en la compactación.

Mala calidad en la construcción o de la tubería.

Mala calidad de construcción o mala calidad de los tubos.

Nivel de severidad

El nivel de severidad se determina de acuerdo con la abertura de la grieta en:

Bajo: Abertura menor a 10 mm.

Medio: Abertura entre 10 mm y 25 mm.

Alto: Abertura mayor a 25 mm.

Medición

Se debe medir y registrar longitud, ancho y profundidad, si es posible, de la grieta en metros (m) o en centímetros (cm).

Intervención recomendada

Severidad baja: No se repara.

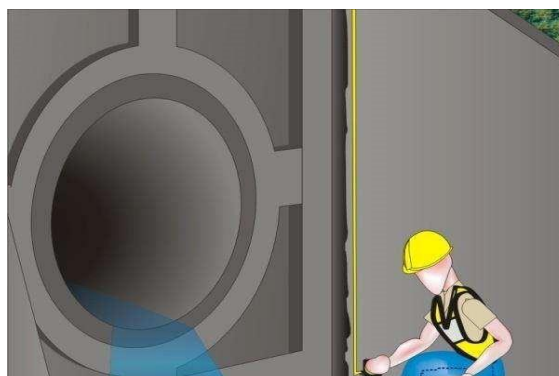
Severidad media y alta: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

2.8.3.3. Falla: Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas (GV)

Descripción del daño

Rotura presente en la unión entre el cabezal y los aleros. Este tipo de daños afecta tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura.

Figura 2.20 Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y los aleros



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Profundidad inadecuada de la alcantarilla.

Asentamiento por deficiencia en compactación.

Cimentación inadecuada.

Nivel de severidad

La severidad va de acuerdo con la abertura de la grieta.

Bajo: Abertura menor a 10 mm.

Medio: Abertura entre 10 mm y 25 mm.

Alto: Abertura mayor a 25 mm.

Medición

Se debe medir y registrar longitud, ancho y profundidad, si es posible, de la grieta en metros (m) o en centímetros (cm).

Intervención recomendada

Severidad baja: No se repara.

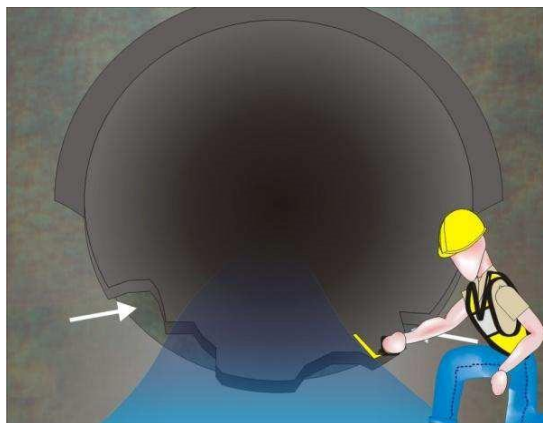
Severidad media y alta: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

2.8.3.4. Falla: Fractura con pérdida total o parcial de la tubería (FT)

Descripción del daño

Consiste en la desintegración total o parcial de la tubería. Este tipo de daño afecta la estabilidad y funcionalidad de la estructura y de la vía en general, porque ocasiona infiltraciones del agua al terreno y hundimiento de la banca.

Figura 2.21 fractura con pérdida total o parcial de tubería



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Calidad del concreto.

Ataques de sulfatos.

Golpes por elementos extraños.

Profundidad inadecuada de la alcantarilla.

Nivel de severidad

Bajo: Cuando se afecta menos de 0,1 m de longitud.

Alto: Tuvo completamente aplastado.

Medición

Se debe registrar el número y longitud en metros (m) de los tubos afectados.

Intervención recomendada

Severidad baja: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

Severidad alta: Reemplazo de la tubería (DP-03).

2.8.3.5. Falla: Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole (GRI)

Descripción del daño

Rotura presente en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole.

Figura 2.22 Grietas o fracturamiento en canales disipadores



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Inestabilidad del terreno.

Infiltraciones.

Nivel de severidad

Bajo: Cuando se afecta menos de 0,1 m de longitud.

Alto: Cuando se afecta más de 0,1 m de longitud.

Medición

Se debe indicar el área afectada en metros cuadrados (m^2); en caso de daño parcial de la estructura, se debe registrar qué porcentaje está afectado. En caso de presentarse grietas o fracturamientos muy pequeños (longitud de grieta $< 0,10$ m), se registra la longitud, el ancho y la profundidad en metros.

Intervención recomendada

Severidad baja: No se repara.

Severidad alta: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

2.8.3.6. Falla: Separación de secciones de tubería (ST)

Descripción del daño

Es la separación de las secciones de la tubería, que ocasionan inestabilidad del terreno y de la banca de la vía, debido a la infiltración de agua provocada por dicho daño.

Figura 2.23 Separación de sección de tubería



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Mala calidad de la compactación del terreno.

Movimientos del terreno.

Mala calidad en la ejecución de la pega de los tubos.

Nivel de severidad

El nivel de severidad se determina de acuerdo con la separación entre las tuberías en:

Bajo: Separación menor a 10 mm de apertura de las tuberías.

Media: Separación entre 10 mm y 25 mm de apertura de las tuberías.

Alto: Separación mayor a 25 mm.

Medición

Se debe indicar el número de tubos separados y la distancia de separación entre estos, en metros (m).

Intervención recomendada

Severidad baja: No se repara.

Severidad media y alta: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

2.8.3.7. Falla: Hundimiento o aplastamiento (HU)

Descripción del daño

Consiste en el hundimiento o aplastamiento de las secciones de la tubería.

Figura 2.24 Hundimiento o aplastamiento



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Este daño generalmente está asociado a asentamientos o hundimientos de la rasante o superficie del terreno.

Insuficiente profundidad de la tubería para soportar las cargas.

Mala calidad de la tubería.

Mala calidad en la construcción.

Nivel de severidad

El nivel de severidad se define de acuerdo con el desplazamiento vertical de la tubería en:

Bajo: Desplazamiento vertical menor a 10 mm.

Medio: Desplazamiento vertical entre 10 y 25 mm.

Alto: Desplazamiento vertical mayor a 25 mm o aplastamiento.

Medición

Se debe indicar el número de tubos afectados y la longitud en metros (m) de la tubería afectada.

Intervención recomendada

Severidad baja y media: Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

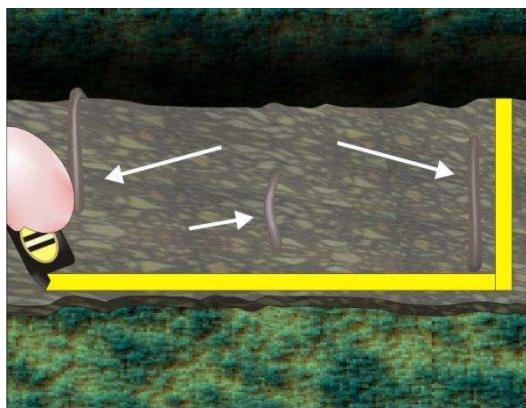
Severidad alta: Reemplazo de la tubería (DP-03).

2.8.3.8. Falla: Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aleros y tubería (EA)

Descripción del daño

Consiste en la exposición del acero de refuerzo en el muro cabezal, las aletas y la tubería cuando están armadas con acero. Esto genera corrosión que reduce la vida útil de la estructura, hasta llegar a generar su colapso.

Figura 2.25 Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aleros y tubería



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Deficiencias de materiales de recubrimiento.

Desgaste del concreto.

Mala colocación del acero; se incumplen los revestimientos.

Nivel de severidad

Este nivel de severidad se considera siempre alto: se visualiza el acero.

Medición

Área afectada en metros cuadrados (m²).

Intervención recomendada

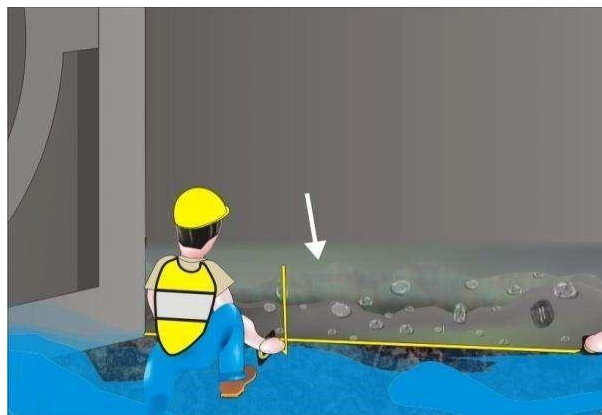
Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02) y/o reparación de cabezales (DR-11).

2.8.3.9. Falla: Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado y/o muro cabezal (SO)

Descripción del daño

Consiste en la socavación sobre las estructuras, lo que en la mayoría de los casos provoca el colapso.

Figura 2.26 Socavación del concreto



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

- Altas velocidades de flujo.
- Mala calidad de los materiales.
- Agentes erosivos del ambiente.

Nivel de severidad

- Bajo: Volumen afectado inferior a 0.20 m^3 .
- Medio: Volumen afectado entre 0.20 m^3 y 0.50 m^3 .
- Alto: Volumen afectado mayor a 0.50 m^3 .

Medición

Área afectada en metros cúbicos (m^3).

Intervención recomendada

Severidad baja: No se repara.

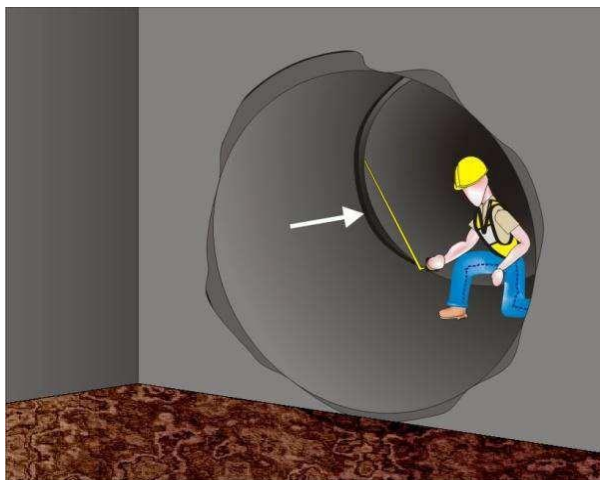
Severidad media y alta: Reparación de aletas, solado y/o muro cabezal expuestas a la socavación (DR-12).

2.8.3.10. Falla: Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones (DP)

Descripción del daño

Es la pérdida o deterioro del mortero en las uniones de la tubería.

Figura 2.27 Deterioro y pérdida del mortero de pega en las uniones



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Mala calidad de los materiales del mortero.

Filtraciones de agua.

Mala colocación del mortero.

Nivel de severidad

Este daño se considera cuando hay desprendimiento del mortero de pega.

Medición

Debe registrarse el número de uniones que presentan la pérdida de mortero de pega y la longitud total de tubería afectada.

Intervención recomendada

Reparación de alcantarillas, bóvedas y cajas (DP-02).

2.8.3.11. Falla: Obstrucción de alcantarilla (OA)

Descripción del daño

Consiste en la acumulación de materiales de construcción, basuras, sedimentos, entre otros, que obstruyen el paso libre del agua, lo que ocasiona estancamiento; por ende, afecta el buen funcionamiento de la alcantarilla.

Figura 2.28 Obstrucción de alcantarilla



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Pendiente insuficiente de la alcantarilla, lo que ocasiona baja velocidad del flujo de agua y, por lo tanto, el depósito de basuras y/o materiales extraños.

Periodicidad inadecuada en la limpieza de la alcantarilla.

Rugosidad de la superficie de la alcantarilla, lo cual permite la acumulación de sedimentos.

Nivel de severidad

El nivel de severidad se define de acuerdo con el porcentaje de tubo obstruido con respecto a su diámetro:

Baja: Menos del 10 % de tubo obstruido.

Media: La alcantarilla se encuentra obstruida entre el 10 % y el 30 %.

Alta: La alcantarilla presenta obstrucción en más del 30 %.

Medición

Debe registrarse la longitud en metros (m) de la alcantarilla obstruida, y su severidad.

Intervención recomendada

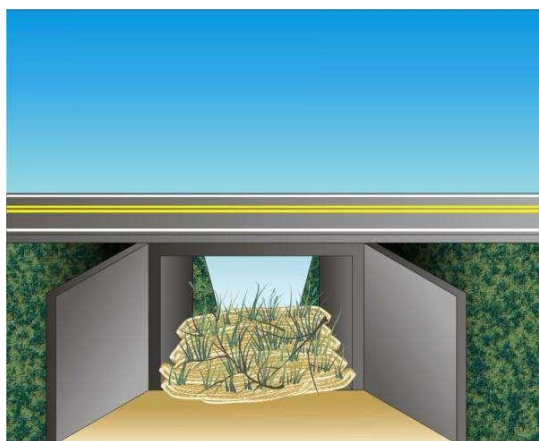
Limpieza de alcantarilla, bóvedas y cajas (DR-06).

2.8.3.12. Falla: Obstrucción de maleza (OBC)

Descripción del daño

Consiste en la acumulación de materiales de construcción, basuras, sedimentos, vegetación, entre otros, que obstruyen el paso libre del agua y ocasionan su estancamiento; por ende, se afecta el buen funcionamiento.

Figura 2.29 Obstrucción de maleza



Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Posibles causas del deterioro

Pendiente insuficiente, lo que ocasiona baja velocidad del flujo de agua y, por lo tanto, el depósito de basuras y/o materiales extraños.

Falta de limpieza

Rugosidad de la superficie, lo que permite la acumulación de sedimentos.

Nivel de severidad

El nivel de severidad se define de acuerdo con el porcentaje obstruido con respecto a su área en:

Baja: Menos del 10 % de maleza.

Media: La maleza se encuentra obstruido entre el 10 % y el 30 %.

Alta: La maleza presenta obstrucción en más del 30 %.

Medición

Debe registrarse en metros la longitud (m), ancho (m) y altura (m) obstruido.

Intervención recomendada

Limpieza (DR-14).

2.9. ENSAYO NO DESTRUCTIVO EN LA ESTRUCTURA DEL HORMIGÓN

Los ensayos no destructivos tienen por objeto conocer la calidad del hormigón en las obras, sin que resulte afectada la pieza o estructura como objeto de examen los cuales nos da una información acerca de alguna existencia de alguna patología.

Dentro de los métodos no destructivos, los de dureza superficial son los más generalizados, por su economía y facilidad de ejecución, entre ellos el método del esclerómetro es empleado por el mayor número de países.

2.9.1. Esclerómetro

El esclerómetro es un instrumento de medición, empleado generalmente para la determinación de la resistencia a compresión en hormigones ya sea en pilares, muros, pavimentos, etc.

Su funcionamiento consiste en una pesa tensada con un muelle. Dicha pesa tensada es lanzada contra el hormigón y se mide su rebote.

Aunque no es un método excesivamente fiable, su uso está muy extendido. Proporciona valores aproximados y se emplea principalmente como método de comprobación, siendo menos usado que el ensayo de compresión.

Figura 2.30 Esclerómetro



Fuente: <https://www.google.com/search?q=imagen+esclerometro>

CAPÍTULO III

GRADO DE DETERIORO Y EVALUACIÓN DE LAS OBRAS DE ARTE MENOR

3.1. UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

3.1.1. Ubicación en el contexto departamental

El departamento de Tarija, se encuentra ubicado al sur de Bolivia, limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con la república de Argentina, al este con la república del Paraguay y al oeste con los departamentos de Chuquisaca y Potosí.

Figura 3.1 Mapa político del Departamento de Tarija



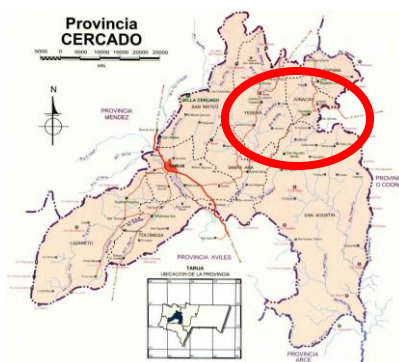
Fuente: <http://www.comercioexterior.ub.edu>

La provincia de Cercado, se sitúa al noreste del departamento de Tarija, entre los paralelos de $20^{\circ} 56'$; $21^{\circ} 36'$ de latitud sur y los $64^{\circ} 05'$; $65^{\circ} 13'$ de longitud oeste, tiene una extensión de 4861 Km².

3.1.2. Ubicación en el contexto regional

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en la carretera F11 uniendo a la ciudad de Tarija con la comunidad de Entre Ríos.

Figura 3.2 Mapa de la provincia Cercado



Fuente: <http://www.educa.com.bo/sites/default/files/tarija-provincia-cercado>

3.1.3. Ubicación geográfica del proyecto

La ubicación del tramo para ejecutar la evaluación se encuentra a 16.80 kilómetros, esta medición parte desde la tranca del portillo Tarija, hasta el inicio del tramo puerta el chaco. El proyecto se realiza específicamente en el tramo Puerta El Chaco – Carlazo, progresivas (0+000 – 6+200).

Tabla 3.1 Progresivas inicial final del tramo

Progresiva	Zona	Este	Norte	Cota subrazante
0+000	Puerta el chaco	340596.41	7619329.09	2142.216
6+200	Carlazo	343419.75	7623872.85	2256.243

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.3 Ubicación geográfica del proyecto



Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestran las progresivas y las coordenadas de las obras de arte menor como ser: Alcantarillas, cajas colectoras, cunetas y caídas escalonadas encontradas en el tramo “Puerta El Chaco – Carlazo”

Tabla 3.2 Tabla de datos

Datos Km 0+000 a Km 5+760			
Progresiva	Este	Norte	Cota subrasante
0+220	340741.882	7619492.244	2131.00
0+590	340868.596	7619825.151	2157.00
0+940	341042.531	7620124.167	2183.00
1+600	341413.666	7620650.851	2182.00
1+780	341484.075	7620814.325	2171.00
2+010	341705.703	7620857.387	2168.00
2+330	342014.022	7620920.368	2190.00
2+500	342158.052	7621010.675	2201.00
2+600	342242.776	7621063.797	2206.00
2+800	342342.979	7621223.006	2220.00
2+900	342347.193	7621322.917	2231.00
3+140	342440.654	7621536.603	2253.00
3+340	342605.261	7621648.475	2263.00
3+720	342508.092	7621973.926	2295.00
4+340	342557.998	7622439.843	2286.00
4+570	342543.317	7622669.188	2273.00
4+700	342537.117	7622799.040	2270.00
4+850	342569.395	7622943.446	2262.00
4+950	342617.356	7623031.194	2259.00
5+220	342742.366	7623259.274	2266.00
5+530	342891.363	7623531.119	2256.00
5+760	343009.226	7623727.829	2257.00

Fuente: Elaboración propia

3.2. CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO

La carretera del tramo en estudio, atraviesa una región de topografía montañosa y ondulada. Las características del clima regional es cálido con temperaturas promedio entre los 25° a 30° grados centígrados con régimen de lluvias intenso entre los meses de octubre – febrero.

Esta carretera tiene gran importancia en el aspecto social, económico y geopolítico, ya que se constituye una ruta fronteriza en más del 50 % de su recorrido.

3.2.1. Inspección superficial visual

Primeramente se recorre la zona para identificar las obras de arte menor existentes en el tramo, la recolección de datos en el campo se realizara manualmente utilizando registros de observación científica, y para luego proseguir con el procedimiento de datos se realiza una transcripción obtenida en estos formularios.

3.2.2. Tipos de obras de arte identificados en el tramo

El tramo en estudio Puerta El Chaco – Carlazo, existen diferentes tipos de obras de arte.

En el trayecto del tramo se verifica la existencia de:

Tabla 3.3 Obras existentes en el tramo

Obras de arte menor		
Longitudinales	Transversales	Disip. energia
cunetas	alcantarillas	caídas escalonadas
	cajas colectoras	

Fuente: Elaboración propia

En referencia a tipos de alcantarillas se identificaron simples, con material de chapa corrugada (ARMCO).

Las cunetas, cajas colectoras y caídas escalonadas en el tramo son de hormigón ciclópeo.

Figura 3.4 Cabezal de entrada



Fuente: Cámara fotográfica

Figura 3.5 Caja colector



Fuente: Cámara fotográfica

Figura 3.6 Caja colectora



Fuente: Cámara fotográfica

3.3. MEDICIÓN DE LAS OBRAS DE ARTE MENOR

Para las obras de arte transversales se ubicaron un total de 22 alcantarillas en el tramo, todas de chapa cincada corrugada (ARMCO) de 5 diferentes dimensiones de la tubería y diferentes longitudes de las estructuras.

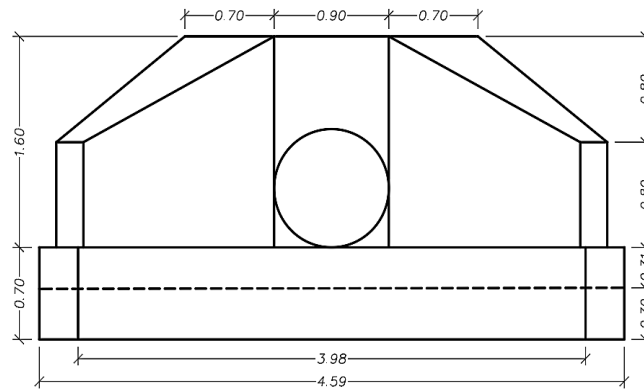
Figura 3.7 Mediciones



Fuente: Cámara fotográfica

Se procedio a medir todas las alcantarillas, con sus respectivas cajas colectoras, cabezales y caidas escalonadas.

Figura 3.8 Dimensiones detalladas



Fuente: Elaboración propia (autocad)

Figura 3.9 Mediciones



Fuente: Cámara fotográfica

Figura 3.10 Medición de una grieta



Fuente: Cámara fotográfica

Tenemos 22 alcantarillas, 14 de ellas su encause es una caja colectora y 8 alcantarillas son con cabezal de entrada aguas arriba. Aguas abajo 11 alcantarillas tienen caídas escalonadas y 11 alcantarillas tendrían solo cabezal de salida.

En la siguiente tabla se muestra las progresivas y longitudes en las que se encuentran las alcantarillas, cajas colectoras del tramo en estudio.

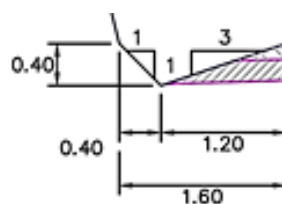
Tabla 3.4 Progresivas, longitudes de alcantarillas, caja colectora, cabezales

N° Alcant.	Progresiva de alcantarilla	Long. (m)	Encausador entrada	Encausado salida
1	0+220	12.60	Caja colectora	Cabezal encausador
2	0+590	11.59	Caja colectora	Cabezal encausador
3	0+940	11.48	Caja colectora	Cabezal encausador
4	1+600	11.59	Caja colectora	Cabezal encausador
5	1+780	20.80	Cabezal encausador	Cabezal encausador
6	2+013	19.00	Cabezal encausador	Cabezal encausador
7	2+328	14.50	Caja colectora	Cabezal encausador
8	2+500	11.72	Caja colectora	Cabezal encausador
9	2+600	15.00	Caja colectora	Cabezal encausador
10	2+800	11.83	Caja colectora	Cabezal encausador
11	2+993	15.50	Caja colectora	Cabezal encausador
12	3+142	14.80	Caja colectora	Cabezal encausador
13	3+340	14.41	Caja colectora	Cabezal encausador
14	3+720	14.80	Caja colectora	Cabezal encausador
15	4+340	14.80	Caja colectora	Cabezal encausador
16	4+575	18.00	Cabezal encausador	Cabezal encausador
17	4+700	15.10	Cabezal encausador	Cabezal encausador
18	4+852	14.50	Cabezal encausador	Cabezal encausador
19	4+950	18.00	Cabezal encausador	Cabezal encausador
20	5+220	18.00	Cabezal encausador	Cabezal encausador
21	5+527	10.30	Cabezal encausador	Cabezal encausador
22	5+760	13.10	Caja Colectora	Cabezal encausador

Fuente: Elaboración propia

Para las obras de arte longitudinales proseguimos a medir las cunetas del lado izquierdo como el del derecho anotando su progresiva inicial y progresiva final con su respectiva longitud.

Figura 3.11 Medición de cuneta



Fuente: Elaboración propia (autocad)

Tabla 3.5 Progresivas de cunetas

Lado cuneta	Progresiva inicial	Progresiva final	Long. Izquierda (km)	Long. Derecha (km)
Cuneta Revestida (der)	0	1+110		1.110
Cuneta Revestida (izq)	1+010	1+540	0.530	
Cuneta Revestida (der)	1+340	1+740		0.400
Cuneta Revestida (izq)	1+861	1+995	0.134	
Cuneta Revestida (der)	1+880	2+010		0.130
Cuneta Revestida(izq)	2+080	4+290	2.210	
Cuneta Revestida (der)	3+022	3+127		0.105
Cuneta Revestida (der)	3+338	3+460		0.122
Cuneta Revestida (der)	3+590	3+700		0.110
Cuneta Revestida (der)	3+930	4+160		0.230
Cuneta Revestida(izq)	4+360	4+560	0.200	
Cuneta Revestida (der)	4+390	4+540		0.150
Cuneta Revestida(izq)	4+580	4+700	0.120	
Cuneta Revestida (der)	4+600	4+689		0.089
Cuneta Revestida(izq)	4+710	4+800	0.090	
Cuneta Revestida(izq)	4+800	4+802	0.002	
Cuneta Revestida(izq)	4+802	8+845	0.043	
Cuneta Revestida(izq)	4+975	5+200	0.225	
Cuneta Revestida (der)	4+990	5+1+0		0.170
Cuneta Revestida(izq)	5+229	5+300	0.071	
Cuneta Revestida(izq)	5+300	5+314	0.014	
Cuneta Revestida(izq)	5+314	5+454	0.140	
Cuneta Revestida (der)	5+234	5+340		0.106
Cuneta Revestida (der)	5+340	5+370		0.030
Cuneta Revestida (der)	5+370	5+456		0.086
Cuneta Revestida (der)	5+550	5+638		0.088
Cuneta Revestida (der)	5+638	5+640		0.002
Cuneta Revestida (der)	5+640	5+684		0.044
Cuneta Revestida(izq)	5+540	6+220	0.680	
Cuneta Revestida (der)	5+760	6+220		0.460

Fuente: Elaboración propia

3.4. REGISTRO DE DAÑOS EN OBRAS DE ARTE MENOR

3.4.1. Formulario de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC)

Se muestra el formulario de inventario que se utilizara, del manual de la Administradora Boliviana de Carreteras.

El uso de este cuadrilátero y de los códigos se indica más adelante al igual que las evaluaciones de la condición.

3.4.1.1. Registró del grado de deterioro de obras de arte menor mediante la ABC

El grado de deterioro del elemento debe estar de acuerdo al manual del inventario, a la unidad especificada en el formulario.

3.4.1.1.1. Grado de deterioro cunetas

Es importante que la evaluación de las cunetas se realice antes de que se inicie el período de lluvias ya que la condición de las cunetas, en particular las no revestidas, tiende a estar descuidada durante los períodos en que no llueve.

Condición 5

No presenta ninguna obstrucción y está limpia.

Condición 4

Existen algunos sedimentos de materiales pero la capacidad hidráulica casi no se ve reducida.

Requiere únicamente limpieza manual.

Estructural e hidráulicamente la cuneta es adecuada y no requiere reparaciones.

Condición 3

La capacidad hidráulica se ve reducida en un 30-50 % por sedimentos, condición que requiere una limpieza manual extensiva o una limpieza mecánica.

Existen daños en las cunetas revestidas por lo que requiere reparaciones de consideración.

La gradiente de las cunetas no pavimentadas no es continua, requiriendo nivelación a máquina, o hay tramos socavados que requieren de revestimiento.

Condición 2

El bloqueo por sedimentos y derrumbes reduce la capacidad hidráulica en más del 50 %.

Se requieren reparaciones extensas de las cunetas revestidas.

Se requiere la reconstrucción de cunetas sin revestir, y el revestimiento de algunos tramos para frenar la socavación.

Condición 1

La gradiente y la sección transversal deben ser restablecidas.

La cuneta se encuentra totalmente llena de material por sedimentos, derrumbes y basura requiriendo limpieza mecánica por completo.

Se deben reconstruir algunas secciones de cunetas no revestidas para mejorar su funcionamiento.

Algunas secciones de cunetas revestidas deben ser reconstruidas.

3.4.1.1.2. Grado de deterioro alcantarillas

Condición 5

La alcantarilla y las cunetas de entrada y salida se encuentran en buen estado y funcionando a capacidad total.

No hay erosión ni socavación de la entrada y la salida de la alcantarilla.

Condición 4

Existen depósitos de material a la entrada o salida de la alcantarilla o en la alcantarilla misma, condición que requiere una limpieza manual.

No hay deterioro ni grietas o asentamientos en ninguno de los elementos de la alcantarilla.

Las cunetas requieren de limpieza manual, no hay socavación.

Condición 3

Existe un poco de socavación a la entrada o salida de la alcantarilla que requiere de algún material de relleno.

Existe algún daño o deterioro, como grietas en los elementos de la alcantarilla que pueden disminuir su capacidad estructural.

Condición 2

Puede ser necesaria la reposición de una sección de la alcantarilla.

Existe socavación seria que pone en peligro la estabilidad y funcionamiento de la estructura.

Existen fisuras o deterioro de consideración en la alcantarilla y sus elementos, que deben ser reparados de inmediato para asegurar su debido funcionamiento.

Condición 1

La alcantarilla y sus cunetas totalmente bloqueadas y requieren limpieza manual y mecánica.

La alcantarilla es totalmente inadecuada hidráulicamente y requiere de mayor capacidad para descargar el caudal máximo previsto.

La alcantarilla ha fallado estructuralmente o se encuentra muy desalineada por lo que requiere ser recolocada o reemplazada.

3.4.1.2. Elemento de medición continúa

Algunas de estas obras de arte menor se miden en forma continua sobre la longitud de la carretera, mientras otros se cuentan en unidades individuales a continuación se presentan las definiciones para cada obra de arte.

La unidad de medición para cunetas es el kilómetro de cuneta. La clasificación de cunetas se basa en la posibilidad de darles mantenimiento usando motoniveladora. Así se tienen los siguientes códigos:

Tabla 3.6 Cunetas

Cód.	Descripción	Longitud
CN	Cuneta no revestida	KM
CR	Cuneta revestida	KM
Z	Zanja	KM

Fuente: Fuente: Administradora Boliviana de Carreteras

3.4.1.3. Elementos de medición individual (alcantarillas)

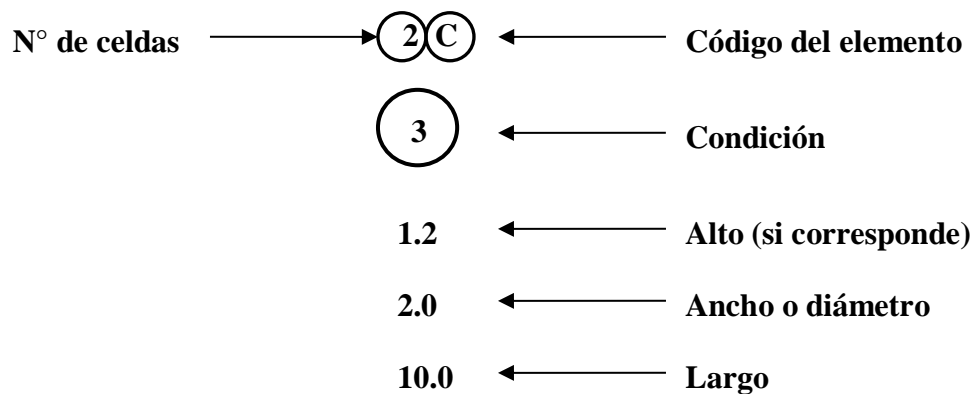
La ubicación de cada alcantarilla será indicada en el formulario de campo para inventario de mantenimiento. Considerando el tipo de mantenimiento y la condición para cada alcantarilla, las mismas han sido clasificadas de la siguiente manera:

Tabla 3.7 Alcantarillas

Cód.	Descripción	Medida	Alto	Ancho y/o Diámetro	Largo
B	Bóveda Múltiple	No	ML	ML	ML
BM	Bóveda Mixta	No	ML	ML	ML
BP	Bóveda de Piedra	No	ML	ML	ML
C	Cajón	No	ML	ML	ML
CM	Cajón de Madera	No	ML	ML	ML
CP	Cajón de Piedra	No	ML	ML	ML
TM	Tubo Metálico	No	ML	ML	ML
TC	Tubo Cemento	No	ML	ML	ML

Fuente: Administradora Boliviana de Carreteras

En el caso de las bóvedas (B, BM), alcantarillas cajón múltiples (C, CM, CP) o baterías de alcantarillas (TM, TC), se deberá registrar además de el alto, ancho o diámetro y largo, el número de celdas u ojos, de la siguiente manera.



3.4.1.4. Planilla administradora boliviana de carreteras

A continuación tenemos la primera planilla concluida y luego se encontrara en (Anexo 1) con su resumen correspondiente.

FORMULARIO DE CAMPO PARA INVENTARIO

KM. INICIAL: 0.000 DE: *Progresiva 0+000* COD. SECCION: CERCADO
 KM. FINAL: 1200 HASTA: *Progresiva 1+200* COD. RUTA: F11
 Calibración: Distancia conocida: [Km] 1200 Lec. Inic. _____ Lec. Fin. _____
 LECTURAS km. 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200

	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
CUNETA IZQUIERDA													(CR) (3)
CUNETA DERECHA	0+000						(CR) (3)						1+110
BATEONES													
ALCANTARILLAS			(TM) (1) 0+220				(TM) (1) 0+590				(TM) (1) 0+940		

OBSERVACIONES: Alcantarilla 1, 2, 3: Las alcantarillas totalmente bloqueadas y requieren limpieza manual y mecánica.
 Cuneta 1, 2: Existen daños en las cunetas revestidas por lo que requiere reparaciones de consideración. La capacidad hidráulica se ve reducida en un 30-50% por sedimentos, condición que requiere una limpieza manual extensiva ó una limpieza mecánica.

FORMULARIO DE CAMPO PARA INVENTARIO

KM. INICIAL: 1200 DE: *Progresiva 1+200* COD. SECCION: CERCADO
 KM. FINAL: 2400 HASTA: *Progresiva 2+400* COD. RUTA: F11
 Calibración: Distancia conocida: [Km] 1200 Lec. Inic. _____ Lec. Fin. _____
 LECTURAS km. 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400

CUNETA IZQUIERDA	CR 3		1+540				1+861	CR 2	1+995	2+080		CR 4
CUNETA DERECHA				CR 3		1+740	1+880	CR 5		2+010		
BATEONES												
ALCANTARILLAS				TM 4	TM 4			TM 2				TM 3
				1+600	1+780			2+013				2+328

OBSERVACIONES: *Alcantarilla 4, 5: Existen depósitos de material a la entrada o salida de la alcantarilla o en la alcantarilla misma, condición que requiere una limpieza manual.*
Alcantarilla 6: Existen fisuras o deterioro de consideración en la alcantarilla y sus elementos, que deben ser reparados de inmediato para asegurar su debido funcionamiento.
Alcantarilla 7: Existe un poco de socavación a la entrada o salida de la alcantarilla que requiere de algún material de relleno. Existe algún daño o deterioro, como grietas en los elementos de la alcantarilla que pueden disminuir su capacidad estructural.
Cuneta 2, 3: La capacidad hidráulica se ve reducida en un 30-50% por sedimentos, condición que requiere una limpieza manual extensiva ó una limpieza mecánica.
Cuneta 4: Se requieren reparaciones extensas de las cunetas revestidas. Se requiere la reconstrucción de cunetas sin revestir, y el revestimiento de algunos tramos para frenar la socavación.
Cuneta 5: No presenta ninguna obstrucción y está limpia. El alineamiento y la gradiente son adecuados.
Cuneta 6: Existen algunos sedimentos de materiales pero la capacidad hidráulica casi no se ve reducida. Estructural e hidráulicamente la cuneta es adecuada y no requiere reparaciones.

3.4.2. Aplicación de método cornero (alcantarillas)

Construcción y conservación de alcantarillas Ing. M.Sc. Guillermo Cornero

3.4.2.1. Evaluación de la condición visual

Evaluar es asignar un determinado valor a algo, por lo que en este caso la denominada Evaluación de las fallas está destinada a darle un valor a las distintas condiciones en las que se puede presentar un elemento inventariado en campo.

3.4.2.2. Evaluación hidráulica y estructural de las alcantarillas

Tal como se mencionó anterior mente, durante el inventario de las obras de arte se determina no solo la cantidad y ubicación de cada uno de las obras de arte menor del tramo en estudio que deben ser atendidos con el presupuesto de mantenimiento, sino también su condición ya que la misma afecta la cantidad de recursos que deben ser programados para el mantenimiento a un nivel aceptable.

La evaluación de alcantarillas se realiza de acuerdo a dos condiciones fundamentales para el funcionamiento las cuales son:

Evaluación hidráulica

Evaluación estructural

3.4.2.3. Antecedentes previos a la evaluación de alcantarillas

Previamente a la salida al campo se debe obtener la información que se realizó con antigüedad, se debe recabar todos los antecedentes relativos a las obras de arte ubicadas en el tramo en estudio.

Entre otros, deberá obtenerse el siguiente material de información:

El relevamiento de inventario vial.

Tener conocimiento el tipo de alcantarillas

Identificar de acuerdo al tipo de obra de arte.

Tener formularios conforme a la obra, o de su defecto.

Informes de conservación referente al comportamiento a las estructuras.

3.4.2.4. Método de trabajo

Para realizar el trabajo de campo y lograr una máxima eficiencia se prevee la realización del relevamiento en dos etapas operativas.

La primera.- de gabinete es previa salida al campo y consiste en recopilación de todos los datos existentes.

La segunda.- Escriba todos los relevamientos de campo de todos los elementos que se consideran necesarios para el cumplimiento de los objetos de estudio.

1. Gabinete previo

Datos generales

Departamento: Colocar nombre del departamento donde se desarrolla la evaluación.

Provincia: Colocar la provincia donde se desarrolla la evaluación.

Código ruta: Indicar el número de la ruta a evaluar.

Sección: Indicar la sección correspondiente del tramo a ser estudiado.

Obra de arte N°: Se considera un número correlativo para alcantarilla de acuerdo al orden creciente de progresivas.

Progresiva inventario: Indicar la progresiva de la obra de arte según el inventario vial.

Fecha: Indicar la fecha de evaluación.

Código: Designar el código de tipo de obra de arte según el inventario vial.

- 01- Alcantarillas de sección rectangular (estribos y losa independiente).
- 02- Alcantarillas a porticadas de hormigón armado.
- 03- Alcantarillas de caños de hormigón.
- 04- Alcantarillas de tubería abovedada, tubería de chapa corrugada, cincada.
- 05- Alcantarillas bobedas.
- 06- Badenes

Planilla de relevamiento

Las planillas de relevamiento han sido diseñadas de acuerdo al orden de procedimiento de recopilación de antecedentes e información previa y las tareas de relevamiento de campo, y sistematizar el tratamiento de la información.

Se han confeccionado cinco planillas con las que se estima cubrir la mayor parte de las obras de arte existentes en la red vial. En caso de presentarse algún tipo no previsto se adoptara la planilla que más se adapte a la obra en cuestión.

Las planillas de referencia responden al detalle de los códigos descriptos precedentes.

Genéricamente una planilla de relevamiento está estructurada de acuerdo a la figura. Cada planilla será llenada de la siguiente manera:

Identificación de la obra

Se completaran los datos consignados en el siguiente cuadro:

1. Datos generales		
Departamento:		N° 1
Provincia:		
Cód. ruta:		
Sección:		
Alcantarilla tipo-01 Sección rectangular		
Progresiva:		
Fecha:		

Características físicas de alcantarillas

Como tarea de gabinete previo se deberán consignar datos de la obra de arte en la columna correspondiente, de acuerdo a los planos conforme a la obra en caso de no disponerse de planos conforme a la obra consignar los datos del proyecto con que fue construido.

En caso de que no exista un proyecto para reconstrucción de tramo consignar los datos de la columna correspondiente.

Mediante el relevamiento se consignaran los datos de la columna, campo de acuerdo al siguiente ordenamiento:

Características físicas alcantarilla de sección rectangular Cód.- 01

2. Características físicas					
Nº	Designación		Plano de obra	Campo	Proyecto nuevo
1	Cabezales	Arriba			
		Abajo			
2	Material loza				
3	Material estribos				
4	Piso inferior (platea)				
5	Esviaje α	Der.			
		Izq.			
6	Luz	n			
7		L (mts)			
8	Altura h (mts)				
9	Longitud j (mts)				
10	Altura terraplén (mts)				
11	Pendiente %				
12	Plano tipo				

Referencias:

- Indicar el código correspondiente a los cabezales de acuerdo con el siguiente cuadro.

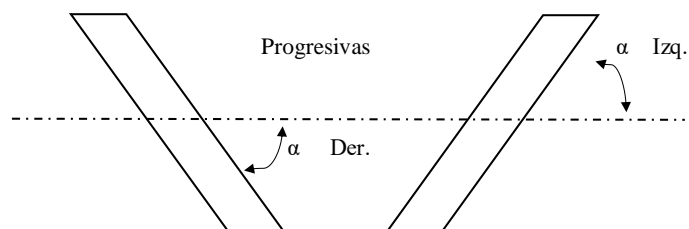
Código	Tipo de cabezal
1	Muros de ala
2	Muros de vuelta
3	Extremos prolongados (cámaras)

A lado del código del tipo de cabezal se admite colocar un código del material con el cual se han construido los muros, de acuerdo al siguiente cuadro:

Código	Materiales
b	Hormigón
M	Mampostería
D	Madera
P	Piedra con mortero
S	Piedra en sacco
L	Sillería de piedra

- Indicar el código del material con el que está construido la losa, de acuerdo al cuadro anterior.

3. Indicar el código del material con el que están contruidos los estribos, de acuerdo al cuadro anterior.
4. Indicar si tiene piso (platea) o no, también se admite indicar si tiene un tipo de material según el cuadro de la referencia 1.
5. Indicar el ángulo de esviaje de acuerdo al siguiente esquema:



6. Indicar el número de luces n (1, 2, 3, etc.)
7. Indicar la luz simple L, en metros.
8. Indicar la altura H, en metros.
9. Indicar la longitud J, con el conducto en metros.
10. El valor de la altura de terraplén, pendiente, surgirá del relevamiento topográfico se completara en gabinete.
11. El valor de la pendiente surgirá del relevamiento topográfico.
12. Indicar el número del plano tipo.

Características físicas alcantarillas a porticadas de hormigón armado COD- 02

2. Características físicas				
N°	Designación	Plano de obra	Campo	Proyecto nuevo
1	Piso inferior (platea)			
	Piso adicional	Arriba		
		Abajo		
2	Esviaje α	Der.		
		Izq.		
3	Luz	n		
4		L (mts)		
5	Altura h (mts)			
6	Ancho de calzada			
7	Vereda			
8	Guarda ruedas			
9	Altura baranda (mts)			
10	Pendiente %			
11	Taludes revestidos			
12	Plano tipo			

Referencias:

1. Indicar si tiene piso o no según corresponda.
2. Indicar el ángulo de esviaje de acuerdo al siguiente esquema.
3. Indicar el número de luces n (1, 2, 3, etc.).
4. Indicar la luz simple L, en metros.
5. Indicar la altura H, en metros.
6. Indicar el ancho de calzada de la obra de arte, en metros.
7. Indicar si tiene vereda o no.
8. Indicar si tiene guarda ruedas o no.
9. Indicar la altura de la baranda en metros.
10. El valor de la pendiente.
11. Indicar si tiene taludes revestidos.
12. Indicar el número del plano.

Características físicas alcantarillas de hormigón prefabricado COD- 03

2. Características físicas					
N°	designación		Plano de obra	Campo	Proyecto nuevo
1	Cabezales	Arriba			
		Abajo			
2	Piso interior	Arriba			
		Abajo			
3	Tubería	Armados caja			
4					
5	Base de hormigón				
6	Esviaje α	Der.			
		Izq.			
7	Luz	n			
8		L (mts)			
9	Longitud j (mts)				
10	Altura terraplén (mts)				
11	Pendiente %				
12	Plano tipo				

Referencias:

1. Indicar el código correspondiente a los cabezales de acuerdo con el siguiente cuadro.

Código	Tipo de cabezal
1	Muros de ala
2	Muros de vuelta
3	Extremos prolongados (cámaras)

2. Indicar si tiene platea o no también se admite indicar el tipo de material según cuadro de la referencia.

Código	Materiales
b	Hormigón
M	Mampostería
D	Madera
P	Piedra con mortero
S	Piedra en saco
L	Sillería de piedra

3. Indicar si las tuberías son armados o no. Dejar en blanco si no se puede determinar.
4. Indicar si las tuberías poseen cajas o no.
5. Indicar si la tubería está fundada sobre una base de hormigón o no. Dejar en blanco si no se puede determinar.
6. Indicar el ángulo de esviaje de acuerdo al siguiente esquema.
7. Indicar el número de tuberías n (1, 2, 3, etc.).
8. Indicar el diámetro D (inferior), en metros.
9. Indicar la longitud J con el conducto en metros.
10. El valor del terraplén surgirá del relevamiento.
11. El valor de la pendiente.
12. Indicar el número del plano.

**Características físicas alcantarillas de tubería abovedado, chapa ondulada, cincada
COD- 04**

2. Características físicas				
N°	Designación	Plano de obra	Campo	Proyecto nuevo
1	Cabezales	Caja colectora		
		Arriba		
		Abajo		
2	Piso inferior (platea)	Arriba		
		Abajo		
3	Esviaje α	Der.		
4		Izq.		
5	Luz	n		
		D - L (mts)		
6	Flecha f (mts)			
7	Espesor e (mts)			
8	Ondulación			
9	Longitud j (mts)			
10	Altura terraplén (mts)			
11	Pendiente %			
12	Plano tipo			

Referencias:

- Indicar el código correspondiente a los cabezales de acuerdo con el siguiente cuadro.

Código	Tipo de cabezal
1	Muros de ala
2	Muros de vuelta
3	Extremos prolongados (cámaras)

- Indicar si tiene platea o no. También se admite indicar el tipo de material según el cuadro de referencia. A lado del tipo de cabezal se admite colocar un código del material con el cual se han construido los muros, de acuerdo al siguiente cuadro.

Código	Materiales
b	Hormigón
M	Mampostería
D	Madera
P	Piedra con mortero
S	Piedra en saco
L	Sillería de piedra

3. Indicar el ángulo de esviaje de acuerdo al siguiente esquema.
4. Indicar el número de tuberías n (1, 2, 3, etc.).
5. Indicar el diámetro D, en metros, en el caso de tuberías abovedadas.
6. Indicar la flecha F, en metros, en caso de tuberías abovedadas.
7. Indicar el espesor de la chapa, en milímetros.
8. Indicar el código de la ondulación correspondiente.

Código	Ondulación
1	68 mm x 13 mm
2	100 mm x 20 mm
3	152 mm x 50 mm

9. Indicar la longitud J del conducto, en metros.
10. El valor de la altura del terraplén.
11. El valor de la pendiente.
12. Indicar el número del plano tipo.

Características físicas alcantarilla tipo bóvedas COD- 05

2. Características físicas				
Nº	Designación	Plano de obra	Campo	Proyecto nuevo
1	Cabezales	Arriba		
		Abajo		
2	Material - bóveda			
3	Material - estribos			
4	Piso inferior (platea)			
5	Esviaje α	Der.		
		Izq.		
6	Luz	n		
7		L (mts)		
8	Altura h + f (mts)			
9	Longitud j (mts)			
10	Altura terraplén (mts)			
11	Pendiente %			
12	Plano tipo			

Referencias:

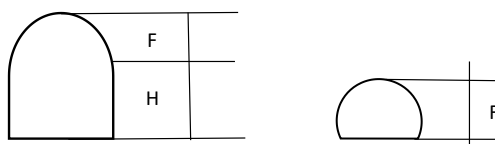
1. Indicar el código correspondiente a los cabezales de acuerdo con el siguiente cuadro.

Código	Tipo de cabezal
1	Muros de ala
2	Muros de vuelta
3	Extremos prolongados (cámaras)

2. Indicar el código del material con que está construida la bóveda, de acuerdo al siguiente cuadro.

Código	Materiales
b	Hormigón
M	Mampostería
D	Madera
P	Piedra con mortero
S	Piedra en saco
L	Sillería de piedra

3. Indicar el código del material con que están contruidos los estribos, según al cuadro anterior.
4. Indicar si tiene platea o no, también se permite indicar un tipo de material según el cuadro de referencia.
5. Indicar el ángulo de esviaje
6. Indicar el número de luces n (1, 2, 3, etc.).
7. Indicar la luz simple L , en metros.
8. Indicar la altura H , y la flecha F , en metros, de acuerdo al siguiente esquema:



9. Indicar la longitud J , del conducto en metros.
10. El valor de la altura del terraplén.
11. El valor de la pendiente.
12. Indicar el número de plano.

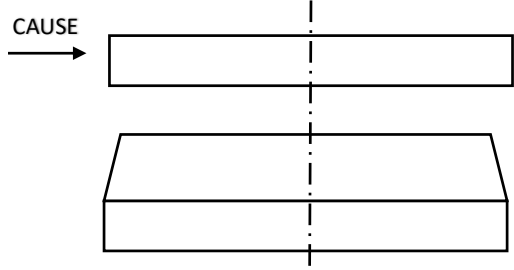
Condiciones hidráulicas de las alcantarillas

En el cuadro correspondiente se colocaran todos los datos de campo que permitan evaluar el comportamiento hidráulico de todas las alcantarillas.

Además se asignaran desde un punto de vista hidráulico, una calificación que valore el estado de la alcantarilla en el momento del relevamiento.

La calificación hidráulica se verificara para dos condiciones: alcantarillas erosionadas (1R a 4R) y alcantarillas sedimentadas (1B a 4B), reservando la valoración 5 para aquellas obras que presenten un buen estado de conservación producto de un correcto funcionamiento hidráulico.

Condiciones hidráulicas de las alcantarillas COD- 01- 02- 03- 04- 05

Nº	Condiciones hidráulicas	
	Designación	Datos
1	Curso permanente	
2	Esviaje de cause	Aguas arriba
		Aguas abajo
3	Pelo de agua max. (mts)	Aguas arriba
		Aguas abajo
4	Profundidad agua (mts)	Arriba
		Medio
		Abajo
5	Espesor de sedimentación (mts)	Arriba
		Medio
		Abajo
6	Profundidad de erosión (mts)	Arriba
		Medio
		Abajo
7	Calificación	
		
Observaciones:		

Referencias:

1. Indicar si el curso es permanente o no, indicar el momento. Indicar el momento del curso si lo posee. En el caso de canales indicar canal.
2. Indicar el ángulo de esviaje del curso respecto de la alcantarilla.

3. Se tomara la cuota máxima de inundación aguas arriba y aguas abajo cuando lo permitan los vestigios dejados por crecientes máximas o según información recabada.
4. Indicar la profundidad del recubrimiento en el momento del relevamiento en metros. Colocar X cuando no sea posible tomarla, dejar en blanco si no hay agua.
5. Indicar el espesor de sedimentaciones, en metros. Colocar X cuando no sea posible tomarla, dejar en blanco si no hay sedimentación.
6. Indicar la profundidad de la erosión, en metros colocar X cuando no sea posible tomarla, dejar en blanco si no hay erosión.
7. Indicar la calificación hidráulica de acuerdo al estado, según lo indicado en la evaluación correspondiente.
8. Croquis: dibujar esquemáticamente en planta. Consignando las medidas de toda falla encontrada y todo evento detectado (erosión sedimentación, entrada o salida obstruida).
9. Observaciones: indicar todas las observaciones que se consideran necesarias respecto del funcionamiento hidráulico de la alcantarilla, del cauce en las inmediaciones de la misma, o de la cuenca de derrame.

Condiciones estructurales de las alcantarillas

Las fallas, deterioros, defectos, etc. Que se presenten en cada uno de los elementos que integran una alcantarilla, se indicaran en la planilla de acuerdo a un código establecido en el formulario de evaluación correspondiente.

Se calificaran las alcantarillas de acuerdo al estado de su estructura, valorándolas con un puntaje de 1 a 5 de acuerdo a lo establecido en la planilla de evaluación y forma.

Se presentaran, en los croquis que corresponden las planillas, los problemas detectados (fisuras, grietas, roturas, etc.) esquemmatizando su ubicación y forma.

Se registraran las observaciones que se estimen necesarias respecto a características estructurales de la obra o condiciones patológicas no previstas en el formulario de evaluación.

Condiciones estructurales alcantarilla 01- 02- 05

Condiciones estructurales				
Designación		Datos		
Losa - bóveda				
Piso interior (platea)	Arriba			
	Abajo			
Fundación				
		1	2	3
Estribos				
Pilares				
Muro				
Baranda				
Calificación				
Observaciones:				

Condiciones estructurales alcantarilla 03

Condiciones estructurales				
designación		Datos		
Tubería	Estado			
	Altura			
Piso inferior	Arriba			
	Abajo			
Fundaciones				
Terreno de fundaciones	Tn.			
	cedido			
		1	2	3
Cabezales				
Muros				
Calificación				
OBSERVACIONES:				

Condiciones estructurales alcantarilla 04

Condiciones estructurales					
Designación		Datos			
Tubería	Estado				
	Fondo				
	Luz				
	Altura				
piso inferior	Arriba				
	Abajo				
Fundación					
Terreno de fundación	Terr. natural				
	Cedido				
Extremos	Arriba				
	Abajo				
		1	2	3	4
Cabezales					
Muros					
Calificación					
Observaciones:					

Informe:

Se indicaran los códigos de las tareas o reparaciones que se estimen necesario realizar para logra un buen funcionamiento hidráulico y un buen comportamiento estructural.

El orden de prioridad para la ejecución de estas tareas está dado por la calificación hidráulica y la calificación estructural que se asigne a cada obra de arte menor.

Código	Tarea
O1	Limpiar cause aguas arriba
O2	Limpiar cause aguas abajo
O3	Limpiar conducto
O4	Profundizar cause aguas arriba
O5	Profundizar cause aguas abajo
O6	Proteger taludes
O7	Defender contra erosión
11	Proveer mayor terraplén
12	Prolongar mayor J
13	Reparar fundación
14	Reparar muros
15	Reparar pisos
16	Reparar conductos
17	Sellar juntas
18	Construir muros
19	Construir pisos
20	Construir barandas
21	Reemplazar extremo
22	Remplazar obra de arte

3.4.2.5. Formulario de evaluación de alcantarillas (metodología cornero)

Las planillas completas a llenarse se encuentran en (Anexo 2) son en total 5 tipos de alcantarillas que nos propone la metodología Cornero.

Los formularios de calificación de igual manera se encuentran en (Anexo 3) donde se califica la condición y descripción de cada obra de arte menor.

A continuación tenemos la primera planilla concluida y su resumen correspondiente, luego se encontraran todas las demás planillas en (Anexo 4).

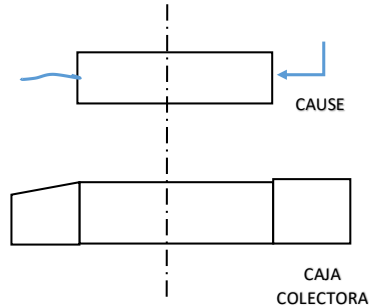
3.4.2.6. Aplicación de la metodología cornero

EVALUACION POR ING. GUILLERMO CORNERO



1. DATOS GENERALES		
DEPARTAMENTO:	TARAJA	N°
PROVINCIA:	CERCADO	1
COD. RUTA:	F 11	
SECCION:		
ALCANTARILLA TIPO-04 TUB. ABOVEDADO, TUB. CHAPA ONDULADA, CINCADADA		
PROGRESIVA:	0+220	
FECHA:	28/4/2019	

CONDICIONES HIDRAULICAS			
N°	DESIGNACION		DATOS
1	CURSO PERMANENTE		NO
2	ESVIAJE DE CAUSE	AGUAS ARRIBA	90°
		AGUAS ABAJO	0°
3	PELO DE AGUA MAX. (mts)	AGUAS ARRIBA	0.79
		AGUAS ABAJO	0.46
4	PROFUNDIDAD AGUA (mts)	ARRIBA	
		MEDIO	
		ABAJO	
5	ESPESOR DE SEDIMENTACION (mts)	ARRIBA	0.55
		MEDIO	0.19
		ABAJO	0
6	PROFUNDIDAD DE EROSION (mts)	ARRIBA	X
		MEDIO	
		ABAJO	2.3
7	CALIFICACION		3 B



OBSERVACIONES: Limpieza de cause aguas arriba y parte de la conducción.

2. CARACTERISTICAS FISICAS				
N°	DESIGNACION	PLANO DE OBRA	CAMPO	PROY. NUEVO
1	EMBOCADURA	CAJA COLECTORA	SI b	
		ARRIBA	SI	
		ABAJO	1 b	
2	PISO INFERIOR (PLATEA)	ARRIBA	SI b	
		ABAJO	SI b	
3	ESVIAJE α	DER.		
4		IZQ.	1°	
5	LUZ	n	1	
		D - L (mts)	0.90	
6	FLECHA F (mts)			
7	ESPESOR E (mm)		2.00	
8	ONDULACION		1	
9	LONGITUD J (mts)		12.6	
10	ALTURA TERRAPLEN (mts)		0.85	
11	PENDIENTE %		2%	
12	PLANO TIPO		SI	

CONDICIONES ESTRUCTURALES				
DESIGNACION	DATOS			
CONDUCCION (CAÑOS)	ESTADO	O5- O9		
	FONDO	12		
	LUZ	1		
	ALTURA	0.90		
PISO INFERIOR	ARRIBA	18		
	ABAJO	18		
FUNDACION	OO			
TERRENO DE FUNDACION	TERRENO NATURAL	-		
	CEDIDO	-		
EXTREMOS	ARRIBA	-		
	ABAJO	-		
	1	2	3	4
CABEZALES	18	18		
MUROS	18	19	OO	18
CALIFICACION	3			
	4	1	2	
	1	3	2	

OBSERVACIONES: Existe grietas en los cabezales y falta pernos a la tubería.

INFORME: Realizar tareas

Parte Hidráulica COD 01, 03, 07 Limpiar cause aguas arriba, Limpieza de conducto, y Defender contra erosión.

Parte Estructural COD 16 Reparar conducto.

FOTOGRAFIA AGUAS ARRIBA



FOTOGRAFIA AGUAS ABAJO



3.4.2.7. Procedimiento para el registro de fallas cunetas (Ministerio de transporte Universidad Javeriana Colombia)

A continuación se muestra el procedimiento, para el diligenciamiento del formato para la inspección de datos de fallas en drenaje longitudinal

Información general

En esta parte se almacena la información general de la vía, provincia, ruta, tramo en estudio, la fecha en que se está realizando, si es cuneta revestida o no, nombre del sector o departamento al que pertenece.

Resumen de inspeccion de daños cunetas					
Provincia:	Cercado	Cuneta:	Revestida	Seccion cuneta:	TRI, TRA, L.
Ruta:	F 11	Tramo	Puerta El Chaco - Carlazo		
Fecha:	15/4/2019				
Prog. Inicial:	0+000	Prog. Final:	4+290		

Además se debe registrar el punto de referencia Prog. Inicial y la Prog. Final, donde se está realizando el diagnóstico del daño. También se debe colocar el número de la hoja correspondiente. En caso de no tener la progresiva, es necesario hacer una referencia a una señal particular que permita identificar el sitio en la vista.

Daños

La parte 2 corresponde a la sección donde se registran los daños que se encuentran en un drenaje longitudinal, su extensión y severidad, esto es lo que afecta su estabilidad y vida útil de la estructura de drenaje y, por ende, de la vía, de tal forma que el levantamiento pueda realizarse de una manera fácil. La parte 2 se compone de las siguientes columnas:

Columna 1: Punto de referencia de (Prog. Inicial). Corresponde a la abscisa inicial del tramo al que se le está realizando la inspección, por ejemplo, si se está registrando una falla en una cuneta perteneciente al tramo (Prog. inicial 1+100) al (Prog. final 1+250), la Prog. Inicial será 1+100.

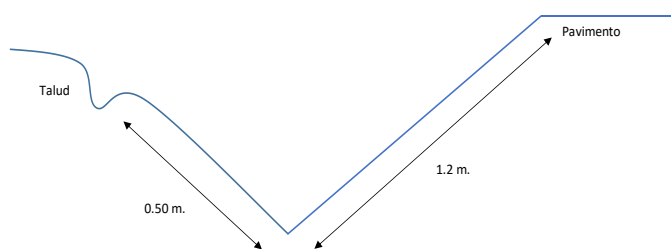
Columna 2: Punto de referencia final (Prog. final 1+250), corresponde a la abscisa final del tramo al que se está realizando la inspección, por ejemplo, si se está registrando una falla de una cuneta perteneciente al tramo tramo (Prog. inicial 1+100) al (Prog. final 1+250), la Prog. Final será 1+250.

Columna 3: Estado del drenaje longitudinal. En esta columna se debe marcar con una * la condición o las condiciones generales (limpia, obstruida o colmatada) en que se encuentra el drenaje longitudinal en el tramo de la vía al que se le está realizando el diagnóstico.

Columna 4: Dimensión de cunetas. En esta columna se debe registrar la longitud total del drenaje longitudinal (Long.) y de cada módulo, en metros (Long. Mod.) de donde se está realizando la inspección, por ejemplo, si se está realizando una falla perteneciente al tramo Prog. 1+100 a la Prog. 1+250, la dimensión L será 100 m. y la longitud del módulo (Long. Mod.) Será la encontrada en el campo, por lo general miden entre 1,5 m. y 2,0 m. como se muestra a continuación.

1	2	3			4	
Prog. inicial	Prog. final	Estado de cunetas			Dimensión de cuneta (m).	
		Limpia	Obstruida	Colmatada	Long.	Long mod.
3+022	3+127		*	*	105	2.00

Columna 5: Dimensión 2 del drenaje longitudinal que corresponde a las dimensiones de la sección transversal del drenaje longitudinal. Por ejemplo, si se está registrando un daño en una cuneta perteneciente al tramo (Prog. inicial 1+100) al (Prog. final 1+250), se debe registrar los anchos promedios de cuneta correspondiente a ese tramo, como se muestra en la siguiente figura.



Entonces se deben registrar las dimensiones, en *I* si es el lado izquierdo del drenaje longitudinal, y en *D* si es el lado derecho del drenaje longitudinal, respecto al aumento de la marca de las abscisas, así:

1	2	3			4		5	
Prog. inicial	Prog. final	Estado de cunetas			Dimensión de cuneta (m).		Díametros de cuneta (m).	
		Limpia	Obstruida	Colmatada	Long.	Long mod.	I	D
0+000	1+110	*	*	*	1,110	2.00	0.40	1.20

Columna 6: Sección de cuneta, en caso de no ser drenaje longitudinal una cuneta, se debe registrar que tipo de sección transversal tiene esta y colocar en esta columna la convención asignada en el subtítulo de diagnóstico de drenajes, como se muestra a continuación.

Tabla 3.8 Convención de cunetas

Sección de cuneta	Convención
Triangular	TRI
Rectangular	REC
Trapezoidal	TRA
Circular	CIR
Ele	L

Fuente: Administradora Boliviana de Carreteras.

Columna 7: Lado: En esta columna se debe denotar, en que costado de la vía se encuentra (Izquierda o Derecha), tanto para cuneta revestida como para la no revestida, respecto al aumento de la marca de las abscisas, como se muestra a continuación:

1	2	3			4		5		6	7		8
Prog. inicial	Prog. final	Estado de cunetas			Dimensión de cuneta (m).		Diámetros de cuneta (m).		Sección de cuneta	Lado		Tipo de daño
		Limpia	Obstruida	Colmatada	Long.	Long mod.	I	D		Izq.	Der	Código
0+000	1+110	*	*	*	1,110	2.00	0.40	1.20	L		*	DS

Columna 8: Tipo de daño o código. Corresponde al tipo código asignado en el subcapítulo de diagnósticos de drenajes. Los daños encontrados serán los encontrados en los drenajes longitudinales. A continuación se muestran cada uno de los códigos con su respectivo daño.

Tabla 3.9 Código según el tipo de daño

Tipo de daño	Código
Escalonamiento	ES
Grieta	GR
Desgastes	DS
Desportilla miento de cuneta	DE
Fracturamiento de la cuneta	FR
Separación de la cuneta	SE
Obstrucción de la cuneta	OB
Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales	OBS

Fuente: Ministerio de transporte Universidad Javeriana (Colombia)

Columna 9; 10; 11: Dimensión 1; 2; 3 del daño. Las columnas 9, 10, 11. Son las mismas y corresponde a la longitud del daño del drenaje longitudinal que se está inspeccionando.

Columna 12: Módulos afectados. Corresponde al número de módulos de cuneta consecutivos afectados por el daño en el tramo inspeccionado. En el caso de ser solo un módulo de cuneta, se debe registrar 1; si es más de uno, se debe registrar en número la cantidad de módulos afectados, como se muestra a continuación:

7		8	9	10	11	12	13
Lado		Tipo de daño	Dimen. 1 daño (m)	Dimen. 2 daño (m)	Dimen. 3 daño (m)	Módulos afectados	Severidad
Izq.	Der	Código					
	*	DS	1	1.4		2	Baja

Columna 13: Severidad. Se le debe asignar a cada daño un nivel de severidad, de acuerdo con las definiciones ya mencionadas en el sub capítulo de diagnóstico de fallas de obras de arte, registrando en esta casilla una letra, de acuerdo con la severidad, así:

Alta

Media

Baja

Estrategia de mantenimiento

Columna 14: La parte 3 corresponde a las estrategias de mantenimiento que se deben seguir de acuerdo con el tipo de daño. La parte 3 se compone de las siguientes columnas:

14	
Estrategias de mantenimiento	
Código estrat. mant.	Observaciones
(DR-01)	

Código estrategias de mantenimiento. Es el código de la actividad de mantenimiento sugerido, de acuerdo con el daño.

Observaciones. Se deben registrar las observaciones o aclaraciones de los daños o estrategias de mantenimiento descritas en el formato.

A continuación tenemos la primera planilla concluida y su resumen correspondiente, luego se encontrarán todas las demás planillas en (Anexo 5)

3.4.2.8. Aplicación de la primera planilla resumen inspección de daños (cunetas)

Resumen de inspeccion de daños cunetas																			
Provincia:		Cercado			Cuneta:		Revestida				Seccion cuneta:			TRI, TRA, L.					
Ruta:		F 11			Tramo		Puerta El Chaco - Carlazo												
Fecha:		15/4/2019																	
Prog. Inicial:		0+000			Prog. Final:		4+290												
1	2	3			4		5		6	7		8	9	10	11	12	13	14	
Prog. inicial	Prog. final	Estado de cunetas			Dimensión de cuneta (m).		Diámetros de cuneta (m).		Sección de cuneta	Lado		Tipo de daño	Dimen. 1 daño (m)	Dimen. 2 daño (m)	Dimen. 3 daño (m)	Módulos afectados	Severidad	Estrategias de mantenimiento	
		Limpia	Obstruida	Colmatada	Long.	Long mod.	I	D		Izq.	Der	Código						Código estrato. mant.	Observaciones
0+000	1+110	*	*	*	1,110	2.00	0.40	1.20	L		*	DS	1	1.4		2	Baja		
					↙	-	0.40	0.4; 1.2	TRI, L		*	GR	0.86	1.6		2	Media	(DR-03)	
					↙	-	0.40	0.4; 1.2	TRI, L		*	OB	742			371	Alta	(DR-01)	
1+010	1+540	*	*	*	530	2.00	0.40	1.20	L	*		OBS	4.3			3	Baja		
					↙	-	0.40	0.4; 0.8	L, TRI	*		OB	381			191	Alta	(DR-01)	
1+340	1+740	*	*		400	2.00	0.40	0.4; 0.8	TRI		*	SE	4			2	Media	(DR-03)	
					↙	-	0.40	0.40	L		*	OB	106			53	Alta	(DR-01)	
1+861	1+995	*	*		134	2.00	0.40	0.80	L	*		ES	0.15			1	Media	(DR-03)	
					↙	-	0.40	0.80	L	*		GR	0.65			1	Alto	(DR-03)	
					↙	-	0.40	0.80	L	*		DS	0.5	0.6		2	Bajo		
					↙	-	0.40	0.80	L	*		OB	92			46	Media	(DR-01)	
1+880	2+010	*			130	2.00	0.40	0.80	TRA; L		*	S/D							Sin daño; Limpia
2+080	4+290	*			2210	2.00	0.40	1.20	L	*		ES	0.06	0.04	0.03	5	Baja		
					↙	-			L	*		SE	0.05	0.04	0.05	15	Baja		

3.4.2.9. Procedimiento del registro de drenaje transversal alcantarillas (Ministerio de transporte Universidad Javeriana Colombia)

El diligenciamiento del formato de registro de daños en el drenaje transversal se realiza por unidad de alcantarilla, dividiendo en 3 planillas el cual son:

Planilla de recolección de datos para en causador (cabezal) de entrada y salida con la estructura de conducción.

Planilla para la caja colectora.

Planilla para la disipación de energía (caída escalonada).

Información general del tramo.

En esta parte se almacena la información general de la vía, la identificación de la alcantarilla.

N°	Identificación	
1	Provincia:	Tarija cercado
2	Obra de arte N°:	1
3	Ruta:	F11
4	Progresiva:	0+220
5	Alcant. tipo:	Ondulada
6	Fecha:	24/3/2019

Fila 1: Corresponde al nombre del sector o departamento al que pertenece.

Fila 2: Corresponde al número de obra de arte correspondiente.

Fila 3: La ruta del tramo a estudiar.

Fila 4: Se debe registrar el punto de referencia Progresiva donde se está registrando el diagnóstico de la falla, en caso de no tener la progresiva, es necesario hacer una referencia a una señal particular que permita identificar el sitio en la vía.

Fila 5: Se anota el tipo de alcantarilla según su designación, sección, y material.

Fila 6: Fecha en la que está elaborada el trabajo.

Características de la alcantarilla

En esta parte del formato se consignara las características físicas de la alcantarilla el cual con una cinta métrica y con una evaluación visual se podrá obtener los datos para el llenado de estas casillas.

Fila 1 : Indicamos *SI* existe o *NO* en zona de aguas arriba o aguas abajo, ya que por ejemplo se puede tener solo un cabezal de salida y la entrada puede ser una caja colectora.

También como se muestra anotamos del material que está construido la obra de arte.

Fila 2: En este caso significan, cuantas estructuras de conducción puede haber en un cabezal, se anota el número y su dimensión de esta. Asimismo colocamos la pendiente de la estructura de conducción en porcentaje.

N°	Características de la alcantarilla						
1	Cabezales:	Arriba:	No	Abajo:	si	Material:	Hormigón
2	Luces:	N°:	1	D - L (m):	0.9	Pendiente:	2%
3	Aleros:	Arriba:	No	Abajo:	si	H terraplén:	1.85
4	Base:	Arriba:	si	Abajo:	si	Longitud c:	12.6
5	Esviaje α:	Izquierda:	1°	Derecha:		Espesor:	2 mm
6	Tipo cajón:	No	Ancho:	-	Alto:	-	

Fila 3: Anotamos *SI* la estructura cuenta con aleros aguas arriba, aguas abajo. Medimos la tapada el cual es la parte superior de la estructura de conducción de la alcantarilla hasta la cota terreno.

Fila 4: Anotamos *SI* la estructura cuenta con base aguas arriba y aguas abajo. Como también la longitud C que es la distancia en que se encuentra el cabezal de entrada con el cabezal de salida se la mide en metros

Fila 5: El esviaje al cual esta inclinada la obra de arte puede ser derecha o izquierda. Para el espesor se anota según el material del que está construido la estructura de conducción

Fila 6: Primero anotamos *SI* o *NO*, en caso que nuestra alcantarilla es tipo cajón o bóveda se procede a medir y anotar su ancho y alto.

Condiciones estructurales

Esta parte corresponde a la sección donde se registran los daños estructurales que se encuentran en un drenaje transversal, su extensión y severidad, esto es lo que afecta su estabilidad y vida útil de la estructura de drenaje y, por ende, de la vía, de tal forma que el levantamiento pueda realizarse de una manera fácil.

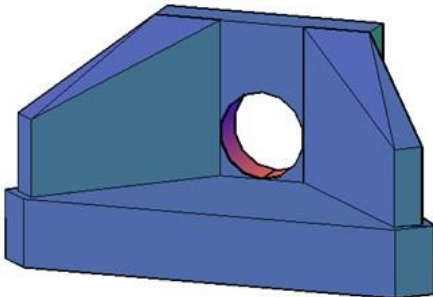
Fila 7: Se anotan *SI* existen fisuras o *NO* en dicha estructura y posterior mente se empieza a anotar las fisuras existentes en dicha estructura.

Fila 8: Se anotan *SI* existen grietas o *NO* en dicha estructura y posterior mente se empieza a anotar todas las grietas existentes en dicha estructura.

Fila 9: Se anota *SI* existe hundimiento o *NO* en dicha estructura.

Fila 10: Se anota *SI* existen Roturas o *NO* en dicha estructura.

Fila 11: Se anota *SI* existe erosión o *NO* en dicha estructura.

7		Fisuras:	Si	N° F:	6
8		Grieta:	Si	N° G:	2
9		Hundimiento:	No		
10		Fracturamiento (rotura):	No		
11		H° Erosionado:	Si		
12		Desportillamiento:	Si		
13		Socavación:	No		
14		Defectos constructivos:	No		
15		Armadura descubierta:	No		
16		Obstrucciones:	Si		
17		Sedimentada:	Si		

Fila 12: Se anota *SI* existe desportillamiento o *NO* en la estructura.

Fila 13: Se anotan *SI* existen socavaciones o *NO* en la estructura.

Fila 14: Se anotan *SI* existen defectos constructivos o *NO* en dicha estructura.

Fila 15: Se anotan *SI* existen armadura descubierta o *NO* en dicha estructura.

Fila 16: Se anotan *SI* existen obstrucciones o *NO* como ser ramas, o piedras grandes, también puede haber basura de toda clase, en dicha estructura.

Fila 17: Se anota *SI* existe sedimento o *NO* en dicha estructura.

Una vez culminada procedemos a anotar las mediciones de cada grieta encontrada en este caso dividimos a la estructura en sus partes para poder anotar específicamente en que parte de la estructura esta con grietas.

Se tiene dos tablas iguales el cual el primero es la Estructura de entrada y la segunda Estructura de salida.

Algunas estructuras solo tienen un cabezal de salida y su entrada son cajas colectoras así que solo se llena en la tabla que corresponda, cada tabla está dividida exactamente igual por sus partes de un cabezal, que son:

Fila 18: En la pantalla se anota el número de la grieta y se coloca sus medidas de la grieta.

Fila 19: Se anota el alero izquierdo (1), derecho (2), con sus medidas correspondientes en los siguientes cuadros.

Nº	F Y G Estructura de entrada	número	D (Cm)	número	D (Cm)
18	Pantalla:				
19	Alero:	1			
		2			
20	Dentellon:				
21	Base (Piso):				
	Estructura de salida	número	D (Cm)	número	D (Cm)


Fila 20: Anotamos el número de la grieta en el cuadro que corresponde y colocamos su medida.

Fila 21: Anotamos las grietas encontradas en la base de la estructura mayormente estas estructuras están con sedimento el cual no se puede ver si tienen grietas y si se pudiese se anota en las siguientes casillas.

Estructura de salida: Para la estructura de salida se prosigue con el mismo procedimiento de llenado de la estructura de entrada pero en sus casillas correspondientes.

Estructura de conducción

Esta parte corresponde a la sección donde se registran los daños estructurales que se encuentran en un drenaje transversal, su extensión y severidad, esto es lo que afecta su estabilidad y vida útil de la estructura de conducción, de esta forma el levantamiento pueda realizarse de una manera fácil.

	Estructura de Conducción		
22		Fisura:	No
23		Grietas en la conducción:	No
24		Hundimiento o aplastamiento:	No
25		Separación de secciones de tubería:	No
26		Deformaciones:	No
27		Roturas de pernos o grampas:	Si
28		Atadura de alambre:	Si
29		Rotura de chapa:	No
30		Obstrucción:	Si
31		Sedimentada:	Si

Fila 22: Se anotan *SI* existen fisuras en la conducción o *NO* esta ya sea tubo metálico o tubería de concreto en dicha estructura.

Fila 23: Se anotan *SI* existen grietas en la conducción o *NO* esta ya sea tubo metálico o tubería de concreto en dicha estructura.

Fila 24: Se anota *SI* existe hundimiento o *NO* en dicha estructura.

Fila 25: Se anota *SI* existen separaciones o *NO* en dicha estructura de conducción.

Fila 26: Se anota *SI* existe deformación o *NO* en la conducción.

Fila 27: Se anota *SI* existe o *NO* deformaciones en la conducción.

Fila 28: Se anotan *SI* existen ataduras o *NO* en la conducción.

Fila 29: Se anotan *SI* existen roturas en la tubería o *NO*.

Fila 30: Se anota *SI* existe obstrucciones o *NO* como ser ramas, piedras grandes, basura de toda clase, en dicha estructura de conducción.

Fila 31: Anotamos *SI* existe sedimento o *NO* en la conducción 43-C.

Una vez culminado proseguimos a anotar sus siguientes características de la estructura de conducción.

N°	Conducción		número	D (Cm)	número	D (Cm)	Otro			
							fck	Pernos	Perdida cinc	Ataduras
32	Tub. ondulada:	Si								
33	Tub. De hormigón:	No								
34	Losa abovedada:	No								
35	Muros int:	No					faltan 5 pernos	si en una unión	hay 2 ataduras de alambre	no
36	Base (piso) interior:	No								

Fila 32: Se anota *SI* la tubería es o *NO* ondulada así podremos saber el tipo de la estructura de conducción, después anotamos el número de la grieta en el cuadro que corresponda y se coloca sus medidas de la grieta.

Fila 33: Se anota *SI* la tubería es o *NO* de hormigón así sabemos el tipo de la estructura de conducción, después anotamos el número de la grieta en el cuadro que corresponda y se coloca sus medidas de la grieta.

Fila 34: Se anota *SI* es o *NO* de loza así podremos saber el tipo de la estructura de conducción, después anotamos el número de la grieta en el cuadro que corresponda y se coloca sus medidas de la grieta.

Fila 35: Anotamos *SI* la estructura tiene muros o *NO* ya que si la alcantarilla es tipo loza bóveda tendrá muros interiores, después anotamos el número de la grieta en el cuadro que corresponda y se coloca sus medidas de la grieta.

Fila 36: Si la alcantarilla es tipo bóveda anotamos *SI* tiene piso interior o *NO*, después anotamos el número de la grieta en el cuadro que corresponda con sus medidas de la grieta.

Al finalizar tenemos las casillas de “otros” el cual se especifica la cantidad del llenado de estas es de la siguiente manera:

Pernos: Describe la cantidad de pernos ya sean rotos, pernos faltantes en la conducción.

Zinc: Se anota si tuvo una pérdida de zinc o no.

Ataduras: Se describe la cantidad de ataduras con alambre que hubiese en la tubería de conducción.

Oxidación: Se anota *SI* existe o *NO* oxidación en la tubería metálica.

Condiciones hidráulicas

Esta parte corresponde a la sección donde se registran las condiciones hidráulicas que se encuentran en la estructura, se basan en el método de evaluación hidráulica de cornero.

N°	CONDICIONES HIDRAULICAS					
37	Curso del agua:		No	Esviaje α :	Arriba:	90°
38	Pelo de agua (m):	Entrada:	0.79	Profundidad erosión (m):	Abajo:	0°
		Salida:	0.46		Arriba:	No existe
39	Espesor de sedimentación (m):	Entrada:	0.55		Abajo:	2.3
		Salida:	0.00			

Fila 37: Indicar si el curso es permanente o no, indicar el momento. Indicar el momento del curso si lo posee. En el caso de canales indicar canal. También indicar el ángulo de esviaje del curso respecto de la alcantarilla, aguas arriba aguas abajo.

Fila 38: Se tomara la cuota máxima de inundación aguas arriba y aguas abajo cuando lo permitan los vestigios dejados por crecientes máximas o según información recabada. Indicar la profundidad de la erosión, en metros colocar X cuando no sea posible tomarla, dejar en blanco si no hay erosión.

Fila 39: Indicar el espesor de sedimentaciones, en metros. Colocar X cuando no sea posible tomarla, dejar en blanco si no hay sedimentación.

Tipo de código.

Corresponde al código asignado en el sub capítulo de diagnóstico de drenajes en obras de arte menor.

Código	Severidad	C. estrat. mant.
GAM	Baja	(DP-02)
OA	Media	(DR-06)

Los daños registrados serán los encontrados en la alcantarilla y en sus elementos. En la siguiente tabla se muestra cada uno de los daños con su código respectivo.

Tabla 3.10 Código según el tipo de daño

Tipo de daño	Código
Grietas en los aleros , el muro cabezal o pantalla	GAM
Grietas en la tubería principal	GTP
Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aleros	GV
Fractura con pérdida total o parcial de la tubería	FT
Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole	GRI
Separación de secciones de tubería	ST
Hundimiento o aplastamiento	HU
Exposición de acero de refuerzo en el muro cabezal, las aleros y la tubería	EA
Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado y/o muro cabezal	SO
Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones	DP
Obstrucción de alcantarilla	OA
Obstrucción de maleza	OBC

Severidad

Se le debe asignar a cada falla un nivel de severidad, de acuerdo con las definiciones ya mencionadas en el capítulo de diagnóstico de drenajes, se registra en esta casilla, de acuerdo con la severidad: alta, media, baja.

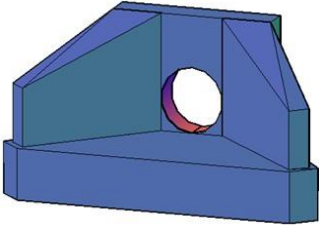
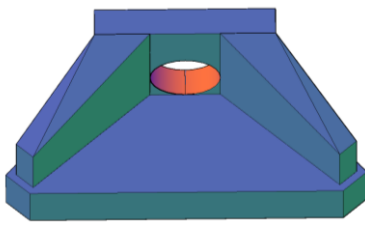

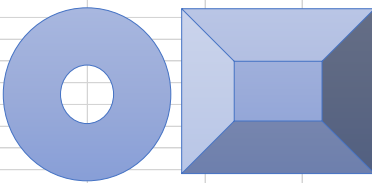
Estrategia de mantenimiento

Corresponde a la estrategia de mantenimiento que se va a seguir de acuerdo con el tipo de daño (véase el sub capítulo de mantenimiento de drenajes).

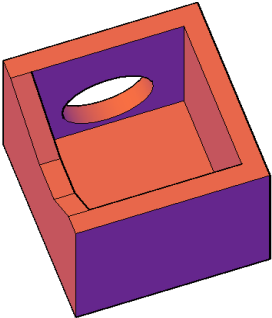
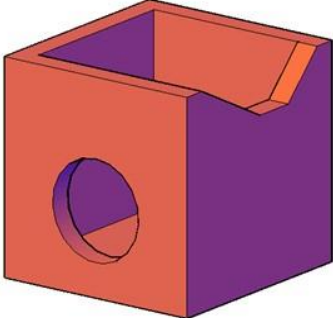
A continuación tenemos la primera planilla concluida y su resumen correspondiente, luego se encontraran todas las demás planillas en (Anexo 6).

3.4.2.10. Aplicación de la primera planilla de inspección de fallas drenaje transversal

Planilla de estructura de entrada y de salida más estructura de conducción.

IDENTIFICACIÓN		PLANILLAS PARA EVALUACIÓN DE ALCANTARILLAS								
		CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA								
PROVINCIA:	TARIJA CERCADO	CABEZALES:	ARRIBA:	NO	ABAJO:	SI	MATERIAL:	HORMIGON		
OBRA DE ARTE N°:	1	LUCES:	N°:	1	D - L (m):	0.9	PENDIENTE:	2%		
RUTA:	F 11	ALEROS:	ARRIBA:	NO	ABAJO:	SI	H TERRAPLEN:	0.85		
PROGRESIVA:	0+220	BASE:	ARRIBA:	SI	ABAJO:	SI	LONGITUD C:	12.6		
ALCANTARILLA TIPO:	ONDULADA	ESVIAJE α:	IZQUIERDA:	1°	DERECHA:		ESPESOR:	2 mm		
FECHA:	24/2/2019	TIPO CAJON:	NO	ANCHO:	-	ALTO:	-			
CONDICIONES ESTRUCTURALES										
Entrada		Fisuras:				SI	n° F:	6		
		Grieta:				SI	n° G:	2		
		Hundimiento:				NO				
		Fracturamiento (rotura):				NO				
		H° Erosionado:				SI				
		Desportillamiento:				SI				
		Socavación:				NO				
		Defectos constructivos:				NO				
		Armadura descubierta:				NO				
		Obstrucciones:				SI				
		Sedimentada:				SI				
Salida										
F Y G ESTRUCTURA DE ENTRADA		número	D (Cm)	número	D (Cm)	número	D (Cm)	CODIGO	SEVERIDAD	ESTRAT.
PANTALLA:								GAM	BAJA	(DP-02)
ALERO:		1						OA	MEDIA	(DR-06)
DENTELON:		2								
BASE (PISO):										
ESTRUCTURA DE SALIDA		número	D (Cm)	número	D (Cm)	número	D (Cm)			
PANTALLA:		1ra G	75 x 0.1	1ra F	3 x 0.1					
ALERO:		1		2da F	4 x 0.1					
DENTELON:		2	2da G	46 X 0.2	3ra F	3 x 0.1	4ta F	10 x 0.1		
BASE (PISO):			5ta F	7 x 0.1	6ta F	8 x 0.1				
Estructura de Conducción		Fisura:				NO				
		Grietas en la conducción:				NO				
		Hundimiento o aplastamiento:				NO				
		Separación de secciones de tubería:				NO				
		Deformaciones:				NO				
		Roturas de pernos o grampas:				SI				
		Atadura de alambre:				SI				
		Rotura de chapa:				NO				
		Obstrucción:				SI				
		Sedimentada:				SI				
Estructura de Conducción										
CONDUCCION		número	D (Cm)	número	D (Cm)	Otro				
TUB. ONDULADA:	SI					fck	Pernos	Perdida cinc	Ataduras	Oxidación
TUB. DE HORMIGON:	NO						faltan 5 pernos	si en una unión	hay 2 ataduras de alambre	no
LOSA BOVEDA:	NO									
MUROS INT:	NO									
BASE(PISO) INTERIOR:	NO									
CONDICIONES HIDRAULICAS										
CURSO PERMANENTE DE AGUA:		NO			ESVIAJE CAUSEα:		ARRIBA:	90°		
PELO DEL AGUA(m):		ENTRADA:	0.79		PROFUNDIDAD DE EROSION (m):		ABAJO:	0°		
		SALIDA:	0.46				ARRIBA:	NO EXISTE		
SEDIMENTACION(m):		ENTRADA:	0.55				ABAJO:	2.3		
		SALIDA:	0.00							

Planilla de estructura de entrada (caja colectora)

PLANILLAS PARA EVALUACION DE ALCANTARILLAS											
IDENTIFICACION				CARACTERISTICAS DE LA CAJA COLECTORA							
PROVINCIA:	TARIJA CERCADO			RUTA:	F 11			MATERIAL:	HORMIGON		
OBRA DE ARTE N°:	1			ALCANTARILLA TIPO:	ONDULADA			PENDIENTE:	2%		
PROGRESIVA:	0+220			CAJA:	IZQ.	DER.	SI	H TERRAPLEN	0.85		
FECHA:	24/2/2019			LUCES:	N°:	1	D - L (m):	0.9			
CONDICIONES ESTRUCTURALES											
Entrada				Fisuras:			SI	n° F:	3		
				Grieta:			SI	n° G:	1		
				Hundimiento:			NO				
				Fractura miento (rotura):			NO				
				H° Erosionado:			SI				
				Desportilla miento:			SI				
				Socavación:			NO				
				Defectos constructivos:			NO				
				Armadura descubierta:			NO				
				Deformaciones:			NO				
				Obstrucciones:			SI				
				Sedimentada:			SI				
				Salida							
F Y G ESTRUCTURA DE ENTRADA		número	D (Cm)	número	D (Cm)	número	D (Cm)	CODIGO	SEVERIDAD	C. ESTRAT. MANT.	
PANTALLA:	1	1ra G	78 x 0.2								
	MUROS:	2	1ra F	10 x 0.1	2da F	9 x 0.1		GAM	MEDIA	(DP-02)	
		3	3ra F	4 x 0.1				OA	ALTA	(DR-06)	
BASE (PISO):											
ESTRUCTURA DE SALIDA		número	D (Cm)	número	D (Cm)	número	D (Cm)				
PANTALLA:	1										
	MUROS:	2									
		3									
BASE (PISO):											
CONDICIONES HIDRAULICAS											
CURSO PERMANENTE DE AGUA:			NO			ESVIAJE CAUSEa:		ARRIBA:	90°		
PELO DEL AGUA(m):	ENTRADA:		0.79			PROFUNDIDAD DE		ABAJO:	NO EXISTE		
	SALIDA:		0.00			EROSION (m):		ARRIBA:			
SEDIMENTACION(m)	ENTRADA:		0.55					ABAJO:			
	SALIDA:		0.00								

- 1.- Formulario según el grado de deterioro de la Administradora Boliviana de Carreteras.
- 2.- Metodología de evaluación y conservación Ing. M. Sc. Guillermo Cornero.
- 3.- Registro de fallas por el Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia.

3.5.1.1. Datos sobre la identificación de la obra

A.B.C.																											
FORMULARIO DE CAMPO PARA INVENTARIO DE MANTENIMIENTO																											
KM. INICIAL: _____	DE: _____	COD. SECCION: _____	CLASF. CLIMA: _____																								
KM. FINAL: _____	HASTA: _____	COD. RUTA: _____	CLASF. TRAFICO: _____																								
Beneficios:																											
<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con la clasificación del clima de la zona. 																											
Deficiencias:																											
<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con casillas para anotar la progresiva inicial y final del tramo a estudiar lo cual no especifica a una determinada obra de arte para su registro. • No cuenta con espacios para anotar datos generales como la ubicación geográfica. • No cuenta con un espacio importante como es el número de la obra de arte. • Tampoco cuenta con un espacio para anotar la fecha en la que se realizó la evaluación y/o inventario. 																											
Metodología de Cornero																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left;">1. DATOS GENERALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">DEPARTAMENTO:</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Nº</td> </tr> <tr> <td>PROVINCIA:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>COD. RUTA:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SECCION:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">ALCANTARILLA TIPO</th> </tr> <tr> <td>PROGRESIVA:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				1. DATOS GENERALES			DEPARTAMENTO:		Nº	PROVINCIA:			COD. RUTA:			SECCION:			ALCANTARILLA TIPO			PROGRESIVA:			FECHA:		
1. DATOS GENERALES																											
DEPARTAMENTO:		Nº																									
PROVINCIA:																											
COD. RUTA:																											
SECCION:																											
ALCANTARILLA TIPO																											
PROGRESIVA:																											
FECHA:																											
Beneficios:																											
<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con espacios para colocar el departamento y provincia en la cual se está evaluando dicha obra de arte. • Cuenta con casilla para la progresiva en la se encuentra dicha obra de arte. • Un beneficio de este método es que cuenta con 5 distintos tipos de alcantarillas a evaluar, la cual se explica el tipo y según este cambia la planilla a llenar en su metodología de llenado. 																											

<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con el número de obra de arte que se evalúa. 														
<p>Deficiencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se podría decir que no tiene deficiencias que está pensado en la obtención de todos los datos generales. 														
Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">IDENTIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROVINCIA:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>OBRA DE ARTE N°:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>RUTA:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROGRESIVA:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ALCANTARILLA TIPO:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	IDENTIFICACION		PROVINCIA:		OBRA DE ARTE N°:		RUTA:		PROGRESIVA:		ALCANTARILLA TIPO:		FECHA:	
IDENTIFICACION														
PROVINCIA:														
OBRA DE ARTE N°:														
RUTA:														
PROGRESIVA:														
ALCANTARILLA TIPO:														
FECHA:														
<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De igual manera cuenta con espacios para colocar el departamento y provincia en la cual se está evaluando dicha obra de arte. • Cuenta con casilla para la progresiva en la se encuentra dicha obra de arte. • Cuenta con espacios del número de obra de arte, la ruta y la fecha. • Se podría decir que de igual manera es más completa que la norma Boliviana para obtener los datos generales. 														
<p>Deficiencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A diferencia de la metodología cornero esta planilla no tiene más planillas tipo solo una que evalúa cualquier tipo de alcantarilla. 														

3.5.1.2. Características físicas de alcantarillas

A.B.C.
X
<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ninguno
<p>Deficiencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lamentablemente la A.B.C. carece de estas características físicas. • No considera este cierto factor, y son procesos que se deberían adecuar a nuestro país, incluso se podrían mejorar.

Metodología de Cornero

TIPO-01 SECCION RECTANGULAR

TIPO-02 APORTICADA

2. CARACTERISTICAS FISICAS				
Nº	DESIGNACION	PLANO DE OBRA	CAMPO	PROY. NUEVO
1	EMBOCADURA	CAJA COLECTORA		
		ARRIBA		
		ABAJO		
2	PISO INFERIOR (PLATEA)	ARRIBA		
		ABAJO		
3	ESVIAJE α	DER.		
4		IZQ.		
5	LUZ	n		
		D - L (mts)		
6	FLECHA F (mts)			
7	ESPEJOR E (mm)			
8	ONDULACION			
9	LONGITUD J (mts)			
10	ALTURA TERRAPLEN (mts)			
11	PENDIENTE %			
12	PLANO TIPO			

2. CARACTERISTICAS FISICAS				
Nº	DESIGNACION	PLANO DE OBRA	CAMPO	PROYECTO NUEVO
1	PISO INFERIOR (PLATEA)			
		ARRIBA		
		ABAJO		
2	ESVIAJE α	DER.		
		IZQ.		
3	LUZ	n		
		L (mts)		
5	ALTURA H (mts)			
6	ANCHO DE CALZADA			
7	VEREDA			
8	GUARDA RUEDAS			
9	ALTURA BARANDA (mts)			
10	PENDIENTE %			
11	TALUDES REVESTIDOS			
12	PLANO TIPO			

TIPO-03 TUBERIA DE H° ABOVEDADO, TUB. CHAPA

TIPO-04 TUB.

2. CARACTERISTICAS FISICAS				
Nº	DESIGNACION	PLANO DE OBRA	CAMPO	PROYECTO NUEVO
1	CABEZALES	ARRIBA		
		ABAJO		
2	PISO INTERIOR	ARRIBA		
		ABAJO		
3	TUBERIA	ARMADOS		
4		CAJA		
5	BASE DE HORMIGON			
6	ESVIAJE α	DER.		
		IZQ.		
7	LUZ	n		
		L (mts)		
9	LONGITUD J (mts)			
10	ALTURA TERRAPLEN (mts)			
11	PENDIENTE %			
12	PLANO TIPO			

2. CARACTERISTICAS FISICAS				
Nº	DESIGNACION	PLANO DE OBRA	CAMPO	PROYECTO NUEVO
1	CABEZALES	CAJA COLECTORA		
		ARRIBA		
		ABAJO		
2	PISO INFERIOR (PLATEA)	ARRIBA		
		ABAJO		
3	ESVIAJE α	DER.		
		IZQ.		
5	LUZ	n		
		D - L (mts)		
6	FLECHA F (mts)			
7	ESPEJOR E (mts)			
8	ONDULACION			
9	LONGITUD J (mts)			
10	ALTURA TERRAPLEN (mts)			
11	PENDIENTE %			
12	PLANO TIPO			

TIPO-05 BOVEDA

2. CARACTERISTICAS FISICAS				
Nº	DESIGNACION	PLANO DE OBRA	CAMPO	PROYECTO NUEVO
1	CABEZALES	ARRIBA		
		ABAJO		
2	MATERIAL - BOVEDA			
3	MATERIAL - ESTRIBOS			
4	PISO INFERIOR (PLATEA)			
5	ESVIAJE α	DER.		
		IZQ.		
6	LUZ	n		
		L (mts)		
8	ALTURA H + F (mts)			
9	LONGITUD J (mts)			
10	ALTURA TERRAPLEN (mts)			
11	PENDIENTE %			
12	PLANO TIPO			

Beneficios:

- Un beneficio que salta a la vista en esta planilla es que tiene 3 columnas para su registro, de acuerdo a los planos conforme a la obra, en caso de relevamiento se anotaran en la columna campo y si es proyecto nuevo en su respectiva columna.

- La metodología de cornero tiene 5 tipos de planilla según el tipo de la alcantarilla y cambia sus características físicas, esto lo hace más completa de los 3 procesos metodológicos utilizados.
- Se puede decir que en las características físicas comparando entre las 3 metodologías es la más completa.
- Tiene su propia metodología para llenar su planilla.

Deficiencias:

- Sin deficiencias por que amplía diferentes tipos de alcantarillas.

Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia

CARACTERÍSTICAS DE LA ALCANTARILLA					
CABEZALES:	ARRIBA:		ABAJO:		MATERIAL:
LUCES:	Nº:		D - L (m):		PENDIENTE:
ALEROS:	ARRIBA:		ABAJO:		H TERRAPLEN:
BASE:	ARRIBA:		ABAJO:		LONGITUD C:
ESVIAJE a:	IZQUIERDA:		DERECHA:		ESPESOR:
TIPO CAJON:	NO	ANCHO:	-	ALTO:	-

Beneficios:

- Un buen beneficio que tiene esta metodología es que se divide en 3 diferentes planillas para cajas colectoras, cabezales de entrada y salida, como también para las caídas escalonadas.
- Tiene casillas para anotar de igual manera cabezales, luces, el material etc.
- Sus características son parecidas a la de la metodología Cornero.

Deficiencias:

- Solo presenta un solo formato para anotar las características de todas las alcantarillas.

3.5.1.3. Condiciones hidráulicas de la alcantarilla

A.B.C.
X
Beneficios:
<ul style="list-style-type: none"> • Ninguno
Deficiencias:
<ul style="list-style-type: none"> • No cuenta con condiciones hidráulicas. • Otro factor que no considera la A.B.C. y son importantes para su registro.

Metodología de Cornero

CONDICIONES HIDRAULICAS		
Nº	DESIGNACION	DATOS
1	CURSO PERMANENTE	
2	ESVIAJE DE CAUSE	AGUAS ARRIBA
		AGUAS ABAJO
3	PELO DE AGUA MAX. (mts)	AGUAS ARRIBA
		AGUAS ABAJO
4	PROFUNDIDAD AGUA (mts)	ARRIBA
		MEDIO
		ABAJO
5	ESPESOR DE SEDIMENTACION (mts)	ARRIBA
		MEDIO
		ABAJO
6	PROFUNDIDAD DE EROSION (mts)	ARRIBA
		MEDIO
		ABAJO
7	CALIFICACION	

OBSERVACIONES:

Beneficios:

- A diferencia de la metodología de la Universidad Javeriana de Colombia esta cuenta con una casilla de profundidad de agua la cual es beneficioso si es que hay un cause continuo para poder medir.
- Tiene su propia metodología de llenado con sus respectivas calificaciones según el estado en el que se encuentra.
- Tiene un esquema para poder graficar el cauce de entrada y salida.
- Tiene su propio cuadro de observaciones.

Deficiencias:

- En comparación con los 3 procesos metodológicos no tiene deficiencias.

Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia

CONDICIONES HIDRAULICAS			
CURSO PERMANENTE DE AGUA:		ESVIAJE CAUSE α :	ARRIBA:
PELO DEL AGUA(m):	ENTRADA:		ABAJO:
	ESPESOR DE SEDIMENTACION(m):	SALIDA:	ARRIBA:
ENTRADA:		EROSION (m):	ABAJO:
SALIDA:			

Beneficios:

- No ocupa mucho espacio en la planilla
- Tiene su propia metodología de llenado.

Deficiencias:

- No consta de la casilla profundidad del agua.

- No tiene un área para poder graficar la obra de arte menor
- Tampoco tiene su cuadro de observaciones.

3.5.1.4. Condiciones estructurales de la alcantarilla

A.B.C.													
LECTURAS km.	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
CUNETA IZQUIERDA													
CUNETA DERECHA													
BATEONES													
ALCANTARILLAS													
OBSERVACIONES:													

- Beneficios:**
- La A.B.C. consta de su propia metodología de llenado y es más rápida a la hora de registrar las obras de arte.
 - Nos proporciona un grado de deterioro a cada obra de arte.

- Deficiencias:**
- Es muy general que en la misma planilla están todas las obras de arte menor, estas deberían ser separadas para poder organizar mejor cualquier trabajo.
 - En la casilla de observaciones se anota el grado de deterioro en la que se encuentra y esto nos causa confusión si habría muchas obras en el tramo.

Metodología de Cornero

CONDICIONES ESTRUCTURALES				
DESIGNACION	DATOS			
LOSA - BOVEDA				
PISO INTERIOR (PLATEA)	ARRIBA			
	ABAJO			
FUNDACION				
	1	2	3	4
ESTRIBOS				
PILARES				
MURO				
BARANDA				
CALIFICACION				
OBSERVACIONES:				

CONDICIONES ESTRUCTURALES				
DESIGNACION	DATOS			
TUBERIA	ESTADO			
	FONDO			
	LUZ			
	ALTURA			
PISO INFERIOR	ARRIBA			
	ABAJO			
FUNDACION				
TERRENO DE FUNDACION	TERR. NATURAL			
	CEDIDO			
EXTREMOS	ARRIBA			
	ABAJO			
	1	2	3	4
CABEZALES				
MUROS				
CALIFICACION				
OBSERVACIONES:				

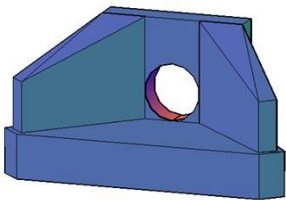
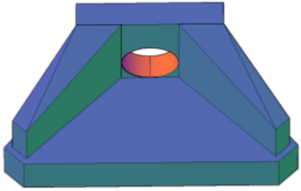

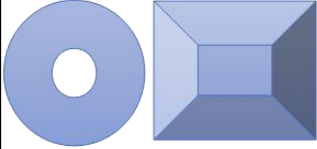
Beneficios:

- La metodología cornero tiene su propio manual de llenado y tiene dos distintas condiciones estructurales para diferente tipo de alcantarillas.
- Tiene su propia planilla de llenado para cada alcantarilla el cual nos proporciona diferente calificación.
- Tiene su propio lugar para colocar su esquema.
- Tiene su propio cuadro de observaciones.

Deficiencias:

- En comparación de los 3 procesos metodológicos en la parte estructural la metodología del ministerio de transporte de Colombia es más completa por que presenta daños según sus severidades baja, media y alta

Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia

CONDICIONES ESTRUCTURALES											
		Fisuras:		n° F:				Grieta:		n° G:	
		Hundimiento:									
		Fracturamiento (rotura):									
		H° Erosionado:									
		Desportillamiento:									
		Socavación:									
		Defectos constructivos:									
		Armadura descubierta:									
		Obstrucciones:									
		Sedimentada:									
F Y G ESTRUCTURA DE ENTRADA		número	D (Cm)	número	D (Cm)	número	D (Cm)	CODIGO	SEVERIDAD	C. ESTRAT. MANT.	
PANTALLA:											
ALERO:		1									
DENTELLON:		2									
BASE (PISO):											
		Fisura:						Grietas en la conducción:			
		Hundimiento o aplastamiento:									
		Separación de secciones de tubería:									
		Deformaciones:									
		Roturas de pernos o grampas:									
		Atadura de alambre:									
		Rotura de chapa:									
		Obstrucción:									
		Sedimentada:									
		CONDUCCION		número	D (Cm)			número	D (Cm)	Otro	
TUB. ONDULADA:		SI				fck	Pernos	Perdida cinc	Ataduras	Oxidación	
TUB. DE HORMIGON:		NO									
LOSA BOVEDA:		NO									
MUROS INT:		NO									
BASE (PISO) INTERIOR:		NO									

Beneficios:

- Para estas condiciones estructurales el manual del Ministerio de Transp. Universidad Javeriana de Colombia cuenta con mejor clasificación de daños.
- También cuenta con sus planillas para poder anotar el diámetro de grietas o fisuras que presenta.

- Cuenta con gráficos para poder anotar donde está la grieta según la evaluación.
- Cuenta con posibles causas para el deterioro en las obras de arte.
- Uno de los beneficios más importantes es que cuenta con el nivel de severidad ya sea bajo, medio, alto para cada clasificación de daños.

Daño	Código	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Grieta en los aleros, pantalla (m)	GAM	Altura < 3 mm	Altura 3 Y 10 mm	Altura > 10 mm
Grietas en la tub. Principal (m)	GTP	Altura < 0.10 mm	Altura 10 - 25 mm	Altura > 25 mm
Grietas verticales entre la unión del muro cabezal o aleros	GV	Altura < 0.10 mm	Altura 10 - 25 mm	Altura > 25 mm
Grieta o fractura con perdida total o parcial de la tubería	FT	Cuando se afecta a menos de 0.1 m de longitud.	-	cuando se afecta mas del 0.1 m de longitud
Fracturamiento en canales disipadores (m2 ó # módulos)	GRI	Cuando se afecta a menos de 0.1 m de longitud.	-	cuando se afecta mas del 0.1 m de longitud
Separación de la sección de la tubería (m)	ST	Separación < 10 mm de apertura de las tuberías	separación entre 10 - 25 mm	Separación > 25 mm
Hundimiento o aplastamiento	HU	Desplazamiento vertical < 10 mm de apertura de las tuberías	Desplazamiento vertical entre 10 - 25 mm	Desplazamiento vertical > 25 mm. o aplastamiento
Exposición de aceros de refuerzo	EA	-	-	Este nivel de severidad se considera siempre alto: se visualiza el acero
Socavación del concreto	SO	Volumen afectado interior a 0.2 m ³	Volumen afectado entre 0.2 m ³ a 0.5 m ³	Volumen afectado mayor a 0.5 m ³
Deterioro y perdida del mortero o de pega de las uniones	DP	Este daño se considera cuando hay desprendimiento del mortero de pega		
Obstrucción de alcantarilla	OA	Menos del 10% de tubo obstruido	La alcantarilla se encuentra obstruida entre el 10% y el 30%	La alcantarilla presenta obstrucción en mas del 30%
Obstrucción de maleza	OBC	Menos del 10% de maleza	La maleza se encuentra obstruida entre el 10% y el 30%	La maleza presenta obstrucción en mas del 30%

- Cuenta con códigos propios para su mantenimiento.
- Cuenta con una evaluación para la conducción y otros factores que influyen en el deterioro de la tub. de conducción.

Deficiencias:

- El proceso metodológico para las condiciones estructurales es el más completo entre los 3 métodos por lo que se diría que no presenta deficiencias.

3.5.1.5. Calificación de daños

A.B.C.
<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Administradora Boliviana de Carreteras cuenta con su formulario respectivo que nos proporciona un grado de deterioro del 1 al 5.
<p>Deficiencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Este formulario nos da un grado de deterioro muy general.
Metodología de Cornero
<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La metodología Cornero califica dos áreas que son hidráulica y estructural y por esto sería la más completa entre las tres metodologías.
<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No tiene deficiencias en comparación a la metodología de la A.B.C. • En comparación a la metodología del Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia no califica la condición por severidad.
Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia
<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con su respectivo formulario el cual nos valora por condición y severidad de la obra de arte
<p>Deficiencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En comparación con la A.B.C. este formulario no tiene deficiencias.

3.5.2. Drenaje longitudinal

Se trabajó con 2 metodologías de evaluación superficial para drenajes longitudinales los cuales son:

- 1.- Formulario según el grado de deterioro de la Administradora Boliviana de Carreteras.
- 2.- Proceso para el registro de fallas por el Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia.

3.5.2.1. Datos sobre la identificación de la obra

A.B.C.			
FORMULARIO DE CAMPO PARA INVENTARIO DE MANTENIMIENTO			
KM. INICIAL: _____	DE: _____	COD. SECCION: _____	CLASF. CLIMA: _____
KM. FINAL: _____	HASTA: _____	COD. RUTA: _____	CLASF. TRAFICO: _____
Beneficios:			
<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con la clasificación del clima de la zona. • Para el drenaje transversal cuenta con casillas de km. inicial, y km. final. 			
Deficiencias:			
<ul style="list-style-type: none"> • No cuenta con espacios para anotar datos generales como la ubicación geográfica. • No cuenta con un espacio importante como es el número del tramo en estudio. • Tampoco cuenta con un espacio para anotar la fecha en la que se realizó la evaluación y/o inventario. 			
Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia			
Resumen de inspección de daños cunetas			
Provincia:	Cercado	Cuneta:	Revestida
Ruta:	F 11	Tramo	Puerta El Chaco - Carlazo
Fecha:	15/4/2019		
Prog. Inicial:	0+000	Prog. Final:	4+290
Beneficios:			
<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con mayores espacios para anotar los datos de identificación del tramo. • Cuenta con espacio de sección de cuneta, y fecha que son muy importantes a la hora de realizar dicha evaluación superficial. 			
Deficiencias:			
<ul style="list-style-type: none"> • Al comparar con el proceso metodológico de la A.B.C. este no cuenta con deficiencias porque es más completo. 			

3.5.2.2. Inspección de daños

A.B.C.													
LECTURAS km.	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
CUNETA IZQUIERDA													
CUNETA DERECHA													
BATEONES													
ALCANTARILLAS													
OBSERVACIONES:													

Beneficios:

- La A.B.C. consta de su propia metodología de llenado y es más rápida a la hora de registrar las obras de arte.
- Nos proporciona un grado de deterioro a cada tramo en estudio.

Deficiencias:

- Cuenta de espacios muy pequeños para colocar las progresivas y mediciones.
- Es muy general que en la misma planilla están todas las obras de arte menor, estas deberían ser separadas para poder organizar mejor cualquier trabajo.
- En la casilla de observaciones se anota el grado de deterioro en la que se encuentra y esto nos causa confusión si habría muchas obras en el tramo.

Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia

1	2	3			4		5		6	7		8	9	10	11	12	13	14	
Prog. inicial	Prog. final	Estado de cunetas			Dimensión de cuneta (m).		Diámetros de cuneta (m).		Sección de cuneta	Lado		Tipo de daño	Dimen. 1 daño (m)	Dimen. 2 daño (m)	Dimen. 3 daño (m)	Módulos aferrados	Severidad	Estrategias de mantenimiento	
		Limpia	Obruida	Colmatada	Long.	Long mod.	I	D		Izq.	Der	Código						Código estrato. mant.	Observaciones

Beneficios:

- En comparación con la A.B.C. la esta metodología es más completa.
- Cuenta con cuadro para anotar el estado actual de la cuneta, dimensiones y la sección de esta.
- Cuenta con espacios para anotar el lado en el que va la cuneta izq. y der.

- Esta metodología tiene sus propios códigos y su propia clasificación de daños.
- Un beneficio importante es el nivel de severidad que aporta esta metodología ya sea bajo, medio, alto para cada clasificación de daño.

Daño	Código	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Escalonamiento (m)	ES	Escalonamiento < 6 mm	Escalonamiento 6 - 25 mm	Escalonamiento > 25 mm
Grietas (m)	GR	Abertura < 0.3 mm o selladas	Abertura 0.3 - 10 mm	Abertura > 10 mm
Desgaste (m ² ó # módulos)	DS	El agregado ha comenzado a desgastarse, pero no de manera significativa.	La superficie de la cuneta es moderadamente rugosa, hay pérdida de partículas leve, sin embargo no se observa socavación significativa.	La superficie está muy rugosa y presenta pérdida de partículas, puede presentarse socavación que genera un canal más pequeño por donde pasa el flujo.
Desportillamiento (m)	DE	Longitud < 5 cm	Longitud 5 - 15 cm	Longitud > 15 cm
Fracturamiento (m ² ó # módulos)	FR	Existen más de dos bloques en el módulo de la cuneta sin embargo no hay desplazamientos ni hundimientos del concreto y no se observa infiltración excesiva	Los bloques presentan una separación entre 0.1 mm y 3 mm con algún desplazamiento sin hundimientos.	Los bloques presentan separaciones entre sí mayores de 3 mm con desplazamientos, hundimientos que permiten infiltración excesiva de agua a las capas inferiores. Puede existir remoción total o parcial del concreto y no hay continuidad de la cuneta.
Separación de la cuneta (m)	SE	Separación < 3 mm	Ancho 3 - 10 mm	Ancho > 10 mm
Obstrucción (m)	OB	Menos del 2% de la sección se encuentra con material transportado como del que proviene de taludes adyacentes.	La cuneta se encuentra obstruida entre un 2% y el 30% de la sección transversal.	La cuneta presenta obstrucción en más del 30% de su sección.
Obstrucción de disipadores (m)	OBS	Menos del 2% de la sección se encuentra con material tanto transportado como del que proviene de taludes adyacentes.	La cuneta se encuentra obstruida hasta un porcentaje que puede llegar a alcanzar un 30% de la sección.	La cuneta presenta obstrucción en más del 30% de su sección.

- Cuenta con sus propias casillas de estrategia de mantenimiento y observaciones.

Deficiencias:

- En comparación con la metodología de la A.B.C. esta metodología es más completa y no se encuentran deficiencias.

3.5.2.3. Calificación de daños

A.B.C.

Beneficios:

- La Administradora Boliviana de Carreteras cuenta con su formulario respectivo que nos proporciona un grado de deterioro del 1 al 5.

Deficiencias: <ul style="list-style-type: none"> Este formulario nos da un grado de deterioro muy general.
Ministerio de Transporte Universidad Javeriana de Colombia
Beneficios: <ul style="list-style-type: none"> Cuenta con su respectivo formulario el cual nos valora por condición y severidad de la obra de arte
Deficiencias: <ul style="list-style-type: none"> En comparación con la A.B.C. este formulario no tiene deficiencias.

3.6. PROPUESTA DE EVALUACIÓN VISUAL

Se propone el siguiente proceso metodológico ya que en el país fracasa el proceso empleado por la A.B.C. Se ajustó los beneficios de otras metodologías y se trató de subsanar las deficiencias de ambas.

3.6.1. Drenaje longitudinal

Para ilustrar el procedimiento, se empleara un ejemplo detallado a cada parte que lo conforma.

Parte 1.- Datos generales

Territorio:	Tarija	Cuneta:	Revestida
Nombre de la vía:	Puerta El Chaco - Carlazo	Ruta:	F11
Prog. Inicial:	0+000	Prog. Final:	6+200

Fecha:	29/07/20019
Hoja:	1
Levantamiento por:	

Para los datos generales se ajustó los datos necesarios y que solo se consideran y adecuan para nuestro país.

Parte 2.- Características de la cuneta

Prog. Daño	Lado		Longitud (m)		Sección
	D	I	Total	Modulo	
0+410	X		310	2	L

Se colocó diferente color a las distintas partes para diferenciar al proceso ya que esta parte es solo para anotar las características de la cuneta:

1. Progresiva exacta en la que se encuentra el daño, y lado de la cuneta.
2. La longitud total del tramo en que se evalúa y la longitud del módulo de cuneta.
3. La forma de la cuneta si es de sección trapezoidal, en ele, triangular etc.

Parte 3.- Registro de daños

Daño		Dimensión del daño (m)			Fotografía	Observaciones
Tipo	Severidad	Longitud	Ancho	Profundidad	No.	
GR	Alta	0.26	0.15	0.8	1 a 4	Se presenta una grieta en la Prog. 0+410 por material que proveniente de un deslizamiento, se recomienda refaccionar.

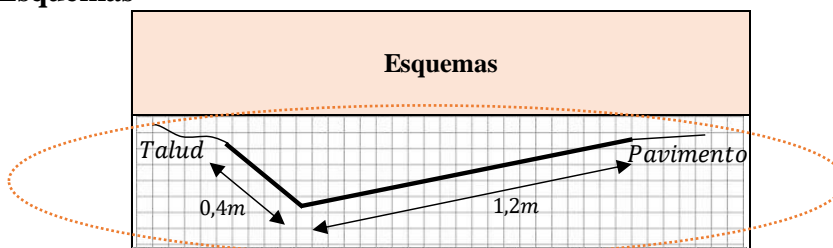
En esta parte anotamos los daños y consideramos un cierto factor del Ministerio de la Universidad Javeriana de Colombia. Como ejemplo:

1. Tipo de daño y severidad (Ejemplo - Grieta)

Tipo de daño	Código	Bajo	Medio	Alto
Grietas (m)	GR	Abertura < 0.3 mm o selladas	Abertura 0.3 - 10 mm	Abertura > 10 mm

2. Se añadió este cuadro para las dimensiones del daño como solo evaluamos un daño específico se anota la longitud, ancho y profundidad en este caso de una grieta.
3. Añadimos el cuadro de fotografía así podemos señalar el numero específico de la fotografía del daño evaluado.
4. Este cuadro es exclusivo para las observaciones de daños para poder señalar algo en específico que no se esté tomando como factor en dicho proceso metodológico.

Parte 4.- Esquemas



1. Se añadió este cuadro porque se puede dibujar la sección de la cuneta con sus respectivas mediciones.

3.6.2. Drenaje Transversal

Para ilustrar el procedimiento, se empleara un ejemplo detallado a cada parte que lo conforma.

Parte 1.- Datos generales

Departamento:	<u>Tarija</u>	N° de obra de arte:	<u>1</u>
Provincia:	<u>Cercado</u>	Ruta:	<u>F11</u>
Nombre de la vía:	<u>Puerta El Chaco - Carlázo</u>	Progresiva:	<u>0+220</u>

Fecha:	<u>29/07/20019</u>
Hoja:	<u>1</u>
Levantamiento por:	_____

Para los datos generales del drenaje transversal se ajustó los datos necesarios y que solo se consideran y adecuan para nuestro país.

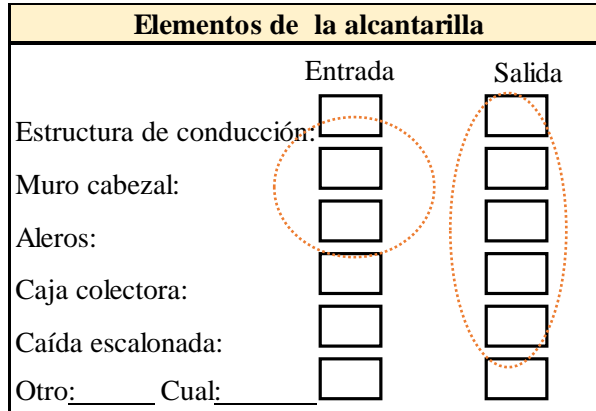
Parte 2.- Características de la alcantarilla

Tipo de la alcantarilla	
Cajón:	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho(m): _____ Altura (m): _____
Tubería:	<input type="checkbox"/> Diámetro(m): _____
Otra:	<input type="checkbox"/> Cual: _____
Diámetro:	_____ Longitud: _____
Simple:	<input type="checkbox"/>
Doble:	<input type="checkbox"/>
Múltiple:	<input type="checkbox"/> N° de ductos _____

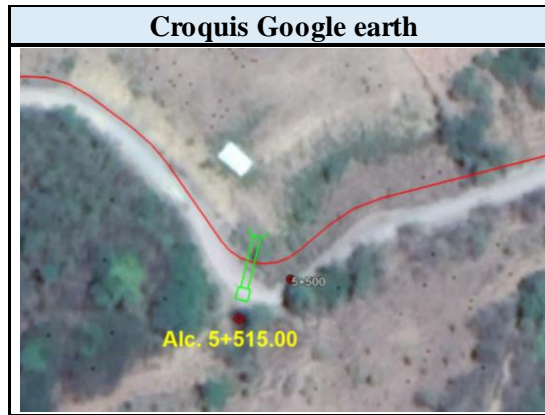
Parte 3.- Características del ducto

Características de la conducción	
Longitud:	_____
Angulo de esviaje (°):	_____
Material de tubería:	Concreto: <input type="checkbox"/> Metálica: <input type="checkbox"/> Otra: <input type="checkbox"/> Cual: _____

Parte 4.- Elementos de la alcantarilla



Parte 5.- Croquis Google earth



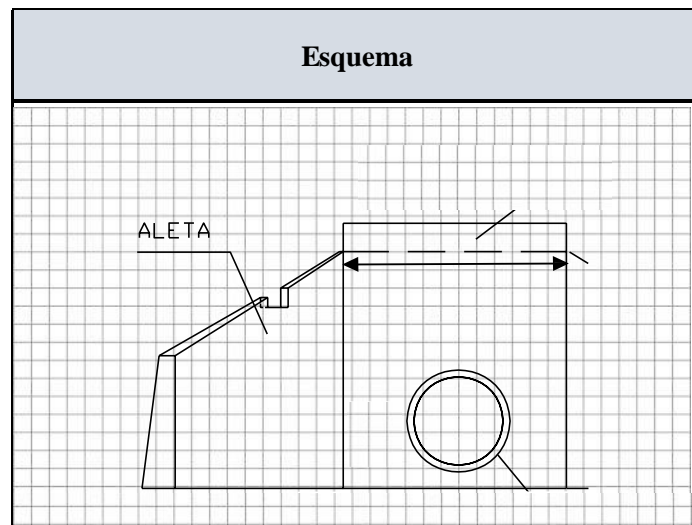
Parte 6.- Dimensiones de la estructura

Dimensiones de la alcantarilla					Dimensiones de la alcantarilla					
	Estructura	Dim. 1 (m)	Dim. 2 (m)	Dim. 3 (m)	Estructura	Dim. 1 (m)	Dim. 2 (m)	Dim. 3 (m)		
Estructura de entrada	Encole:				Estructura de salida	Descole:	Long. 6.0	Ancho 0.9		
	Muro cabezal:	Espesor 0.30	Long. 1.0	Altura 1.60		Muro cabezal:	Espesor 0.20	Long. 1.0	Altura 1.60	
	Aleros:	Alt. inicial 0.8	Alt. final 1.6	Long. 1.90			Alt. inicial 0.6	Alt. final 1.5	Long. 2.0	
		Alt. inicial 0.8	Alt. final 1.6	Long. 1.85			Alt. inicial 0.8	Alt. final 1.5	Long. 2.0	
	Caja colectora:					Caja colectora:				
	Otro:					Otro:				
Otro:				Otro:						
					Conducto (s):					

Parte 7.- Registro de daños

Tipo de daño	Dim. 1 daño	Dim. 2 daño	Dim. 3 daño	Severidad	Fotografía N°
Codigo	(m)	(m)	(m)		
OA	9	0.6	0.65	Alto	
GAM	Long. 0.20	Ancho 0.4	Prof. 0.5	Alto	24 a 26

Parte 8 Esquema



Se propone el siguiente proceso metodológico para la inspección de fallas visuales del drenaje transversal.

3.7. Estudio hidrológico

Este estudio hidrológico del tramo carretero Puerta El chaco - Carlazo. Está basado en los registros históricos climatológicos realizados por el SENAMHI.

Los registros de precipitaciones corresponden a estaciones pluviométricas cercanas al área de proyecto, debido a que en la zona del proyecto no existen estaciones pluviográficas razón por la cual se recopiló información directamente de las planillas de registro de las estaciones.

Figura 3.13 Estaciones pluviograficas



Fuente: Fuente: Elaboración propia

Analizando la información obtenida del SENAMHI, encontramos que en la zona del proyecto las estaciones climatológicas existentes más cercanas son estación Junacas, Yesera Norte, Yesera Sur la cual cuentan con los suficientes datos para determinar los principales parámetros que influyen en el diseño de las obras de drenaje. Por lo anteriormente señalado, se ha tomado como base los datos registrados por estas estaciones.

De las precipitaciones máximas diarias anuales de las estaciones anteriormente descritas, se calculó mediante relaciones empíricas los valores para las precipitaciones de 24 horas de duración para diferentes periodos de retorno, que se presentan a continuación:

Tabla 3.11 Precipitación máxima en 24 horas

PRECIPITACION MAXIMA DIARIA (mm)

Estación: JUNACAS
 Provincia: CERCADO
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 26'
 Long. W.: 64° 28'
 Altura: 2.300 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMA
1977	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	47,5	47,5
1978	81,0	40,0	40,5	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	12,3	20,5	66,0	81,0
1979	80,0	46,0	40,6	31,0	0,0	5,4	20,5	18,5	3,3	25,0	25,3	45,0	80,0
1980	25,0	30,0	40,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,5	18,5	20,5	40,0
1981	38,0	80,5	28,0	30,0	0,0	0,0	0,0	18,0	13,0	18,0	40,8	40,5	80,5
1982	45,0	30,0	30,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	13,0	24,0	35,0	45,0
1983	25,0	25,0	25,0	25,0	18,0	0,0	6,0	0,0	6,4	15,3	18,0	30,0	30,0
1984	35,0	69,0	20,0	12,0	0,0	0,0	0,0	24,0	0,0	19,0	24,0	36,0	69,0
1985	45,0	45,0	23,0	20,0	0,0	0,0	10,0	18,0	10,0	0,0	25,0	35,0	45,0
1986	25,0	25,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	25,0	45,0	45,0
1987	40,0	30,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	25,0	25,0	40,0
1988	30,0	30,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	24,0	30,0
1989	20,0	25,0	25,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	16,0	25,0	25,0
1990	25,0	25,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	10,0	40,0	25,6	40,0
1991	80,0	40,0	30,8	4,5	2,6	0,2	0,0	9,5	7,7	20,6	20,0	29,0	80,0
1992	36,0	20,0	20,0	11,8	0,0	0,0	4,1	0,5	5,3	4,2	20,0	26,0	36,0
1993	49,0	12,2	20,0	20,0	0,0	3,1	5,2	4,1	2,0	20,0	20,0	20,0	49,0
1994	20,0	19,5	20,0	0,0	0,0	4,1	1,0	0,0	27,2	25,0	20,0	20,0	27,2
1995	53,0	30,0	32,0	2,4	0,0	0,0	0,0	2,4	8,4	20,0	20,0	20,0	53,0
1996	27,2	20,8	60,0	9,0	6,0	1,4	0,0	9,2	18,2	7,1	32,3	30,4	60,0
1997	35,5	48,4	21,3	8,3	3,4	1,1	0,0	1,0	9,2	4,4	40,0	20,0	48,4
1998	30,0	20,0	40,0	7,6	7,0	6,3	2,4	2,3	2,1	7,4	24,0	23,6	40,0
1999	56,4	28,4	55,5	11,0	0,0	0,0	1,6	4,5	11,1	12,5	7,8	50,3	56,4
2000	40,5	80,1	22,5	15,2	2,5	0,0	0,0	2,0	2,6	18,4	8,6	49,5	80,1
2001	72,5	39,4	29,7	7,8	1,5	5,0	0,0	1,0	9,6	0,0	36,0	27,4	72,5
2002	35,4	36,9	63,8	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	28,5	67,4	13,5	67,4
2003	25,0	36,9	37,5	2,6	8,6	2,3	0,0	0,0	0,9	24,4	16,2	88,0	88,0
2004	31,0	43,2	24,5	17,0	8,3	0,0	0,0	0,0	10,9	8,8	22,0	43,8	43,8
2005	32,0	40,4	19,8	13,9	0,0	0,0	3,2	0,0	7,3	6,2	56,4	59,1	59,1
2006	20,5	45,6	28,1	14,2	12,7	0,2	0,0	0,8	2,4	23,3	15,9	29,7	45,6
2007	67,5	18,6	35,4	10,4	3,5	0,7	0,0	0,0	7,6	36,7	22,0	31,6	67,5
2008	51,6	30,7	20,0	3,6	0,0	0,0	0,0	3,5	4,0	25,7	28,1	55,9	55,9
2009	51,0	29,1	26,1	12,3	1,8	0,0	0,0	3,9	8,5	2,0	13,8	36,1	51,0
2010	27,2	49,1	14,2	9,8	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	5,1	55,5	55,5
2011	22,9	29,0	46,0	44,3	4,0	0,0	0,0	0,0	3,8	18,7	26,6	31,6	46,0
2012	44,7	45,5	40,7	13,4	0,0	0,0	0,0	2,0	3,5	14,2	13,1	50,7	50,7
2013	57,1	48,4	8,1	6,6	1,5	1,3	0,0	4,9	0,0	12,5	9,5	20,0	57,1
2014	19,1	20,0	19,5	7,2	4,2	2,1	0,0	2,5	2,1	13,0	14,5	42,0	42,0
2015	22,0	68,0	46,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	26,0	10,0	27,5	68,0
2016	25,0	41,0	21,5	6,0	0,0	0,0	0,0	10,0	7,0	8,0	39,0	13,5	41,0
2017	16,5	27,0	37,0	10,0	0,0								
EXTR.	81,0	80,5	63,8	44,3	18,0	6,3	20,5	24,0	27,2	36,7	67,4	88,0	88,0
MED	39,1	36,7	30,0	11,8	2,9	0,9	1,4	3,7	5,4	14,7	23,5	35,4	39,1

Fuente: Datos SENAMI

Tabla 3.12 Precipitación máxima en 24 horas

PRECIPITACION MAXIMA DIARIA (mm)

Estación: YESERA NORTE

Lat. S.: 21° 22' 20"

Provincia: CERCADO

Long. W.: 64° 33' 03"

Departamento: TARIJA

Altura: 2.277 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Maxima
1977	33.7	37.0	42.0	10.0	9.0	0.6	0.0	19.0	10.5	16.0	30.0	12.3	42.0
1978	11.0	38.0	16.6	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.4	15.0	24.3	38.0
1979	53.2	26.3	23.6	9.4	2.5	12.5	10.0	0.0	2.2	20.0	19.4	27.3	53.2
1980	25.3	34.2	25.0	11.0	8.0	0.5	0.0	10.3	0.0	19.0	17.5	42.3	42.3
1981	50.0	73.0	34.0	15.3	1.5	1.0	2.5	4.0	3.5	4.0	15.0	55.2	73.0
1982	24.0	23.0	23.0	19.0	2.4	0.0	0.0	0.0	2.3	14.2	28.0	40.2	40.2
1983	35.2	27.0	10.0	4.0	3.3	0.0	5.5	1.5	11.0	20.0	18.0	15.0	35.2
1984	49.0	19.3	97.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.2	0.0	33.5	28.5	22.3	97.0
1985	19.3	43.0	27.5	20.0	3.0	0.0	1.5	14.0	5.3	35.0	46.0	40.0	46.0
1986	35.0	60.5	30.5	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	20.0	22.5	68.0	68.0
1987	48.2	26.5	21.0	28.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.3	46.2	24.0	48.2
1990							0.0	0.0	0.0	18.0	45.0	32.0	
1991	43.0	54.0	67.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	11.0	24.0	67.0
1992	52.0	18.0	7.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	7.0	49.0	40.0	52.0
1993	37.0	28.0	34.0	10.0	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0	22.0	50.0	71.0	71.0
1994	27.5	23.5	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	19.0	24.0	49.5	49.5
1995	51.0	23.0	19.0	4.5	5.0	0.0	2.0	0.0	15.0	8.0	17.5	24.5	51.0
1996		12.5	33.5	12.5	13.5	0.0	0.0	9.0	9.0	6.5	15.5	49.0	
1997	26.0	47.5	17.5	5.0	0.0	1.0	0.0	5.0	6.0	24.5	26.0	32.0	47.5
1998	51.5	23.0	31.0	9.0	3.0	6.0	2.0	2.5	3.0	9.0	23.0	55.0	55.0
1999	46.0	52.5	36.0	16.0	2.5	0.0	0.0	3.0	12.0	29.5	6.5	16.0	52.5
2000	69.0	27.0	31.0	21.0	2.0	0.0	0.0	0.5	0.0	9.5	14.0	22.0	69.0
2001	47.0	29.0	25.5	9.0	1.5	4.5	0.0	14.0	9.5	9.5	12.5	40.0	47.0
2002	12.0	59.0	48.0	7.5	3.5	3.0	0.0	1.0	0.0	35.0	11.0	24.0	59.0
2003	24.0	39.0	45.0	3.5	2.5	0.0	0.0	0.0	4.5	25.0	11.0	45.0	45.0
2004	28.5	27.0	15.5	6.5	5.5	2.5	3.0	2.5	5.0	8.0	24.5	30.0	30.0
2005	29.5	52.5	14.5	5.0	1.5	0.0	0.5	2.5	5.0	6.0	15.5	40.0	52.5
2006	26.5	43.5	23.0	11.0	3.0	0.0	5.0	0.0	3.0	9.5	28.0	23.0	43.5
2007	56.0	15.0	20.5	10.0	2.0	0.0	0.0	2.0	5.0	20.0	28.5	27.0	56.0
2008	23.5	17.0	20.0	17.0	0.0	0.0	0.0	4.0	3.5	8.5	21.0	68.0	68.0
2009	40.0	25.0	29.0	16.0	2.0	0.5	0.0	3.5	4.0	13.0	20.0	35.0	40.0
2010	40.0	43.0	22.0	15.0	11.0	2.5	1.0	3.0	5.5	4.5	8.5	25.0	43.0
2011	41.0	64.5	46.0	21.5	5.5	1.5	0.0	0.0	1.5	22.5	14.0	24.5	64.5
2012	35.0	28.0	25.0	16.0	0.0	0.0	2.0	2.5	3.0	11.0	29.0	26.5	35.0
2013	53.0	31.0	15.5	7.0	4.7	4.5	0.0	10.0	0.0	9.5	15.0	30.0	53.0
2014	43.5	30.5	11.0	4.0	3.0	2.5	0.0	4.5					
2015													
MEDIA	69.0	73.0	97.0	55.0	13.5	12.5	10.0	32.2	15.0	35.0	50.0	71.0	97.0

Fuente: Datos SENAMI

Tabla 3.13 Precipitación máxima en 24 horas

PRECIPITACION MAXIMA DIARIA (mm)

Estación: YESERA SUD
 Provincia: CERCADO
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 28' 02"
 Long. W.: 64° 33' 30"
 Altura: 2.092 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Maxima
2002	10.0	39.0	34.5	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	4.0	17.0	39.0
2003	13.5	20.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	23.0	21.0	37.0	37.0
2004	28.0	9.0	16.0	18.0	2.0	0.0	1.0	0.0	3.2	13.5	26.0	20.3	28.0
2005	34.0	46.0	18.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	4.0	15.0	41.0	46.0
2006	34.0	39.0	19.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	13.0	33.0	39.0
2007	46.0	23.0	33.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	12.0	24.0	46.0
2008	32.0	18.0	26.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	27.0	54.0	54.0
2009	34.3	12.5	25.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	8.5	16.0	25.0	34.3
2010	23.0	34.0	27.0	8.0	6.0	0.0	0.0	0.0	4.0	3.0	1.0	16.0	34.0
2011	21.0	47.0	26.0	15.6	5.4	0.0	0.0						
2012													
2013													
MEDIA	46.0	47.0	34.5	18.0	6.0	0.0	1.0	0.0	10.4	23.0	27.0	54.0	54.0

Fuente: Datos SENAMI

1.1.1 Determinación de parámetros estadísticos

Media.- La media de cada una de las series de máximos fue calculada con la siguiente expresión:

$$\bar{ht} = \frac{\sum_{i=1}^n ht_i}{n}$$

Dónde:

\bar{ht} = Precipitación promedio anual en (mm)

ht = Precipitación máxima anual en (mm)

n = Número de años, correspondiente al periodo.

Desviación típica.- Asimismo, para cada serie fue estimada la desviación standard, para n + 1 datos:

$$\sigma\{ht\} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (ht_i - \bar{ht})^2}{n-1}}$$

Dónde:

Sd = Desviación típica en (mm)

\bar{ht} = Precipitación promedio anual en (mm)

h = Precipitación máxima anual en (mm)

n = Número de años, correspondiente al periodo.

Moda.- También conocido como valor modal:

$$Ed = \bar{ht} - 0.45 * Sd\{ht\}$$

Dónde:

Ed = Moda (mm)

ht = Precipitación promedio anual en (mm)

Sd = Desviación típica en (mm)

Parámetro Característico. Este parámetro fue calculado para las diferentes estaciones analizadas para las series de valores máximos en 24 horas.

Este parámetro caracteriza a una zona de igual clima, es decir que debe ser único y constante para el área de influencia hidrológica de la estación. Según la teoría probabilística este parámetro varía generalmente entre 0,5 y 1,5.

$$kt = \frac{Sd\{ht\}}{0.557 * Ed}$$

Dónde:

K = Característica

Sd = Desviación típica en (mm)

Ed = Moda (mm)

Moda Ponderada:

$$E_d = \frac{E_{t1} \cdot N_1 + E_{t2} \cdot N_2}{N_1 + N_2}$$

Dónde:

Ed = Moda de cada estación (mm)

N = Número de datos de cada estación

Característica Ponderada:

$$K_{tp} = \frac{K_{t1} \cdot N_1 + K_{t2} \cdot N_2}{N_1 + N_2}$$

Dónde:

K = Característica de cada estación

N = Numero de datos de cada estación

La siguiente tabla nos detalla la obtención de los parámetros necesarios para el cálculo de aturas de precipitación máxima diarias y horarias.

Cuadro N° Lluvia máxima diaria

Lluvias máximas 24 HRS			
Año	Junacas	Yesera Norte	Yesera Sur
1977		42.0	
1978	81.0	38.0	
1979	80.0	53.2	
1980	40.0	42.3	
1981	80.5	73.0	
1982	45.0	40.2	
1983	30.0	35.2	
1984	69.0	97.0	
1985	45.0	46.0	
1986	45.0	68.0	
1987	40.0	48.2	
1988	30.0		
1989	25.0		
1990	40.0		
1991	80.0	67.0	
1992	36.0	52.0	
1993	49.0	71.0	
1994	27.2	49.5	
1995	53.0	51.0	
1996	60.0		
1997	48.4	47.5	
1998	40.0	55.0	
1999	56.4	52.5	
2000	80.1	69.0	
2001	72.5	47.0	
2002	67.4	59.0	39.0
2003	88.0	45.0	37.0
2004	43.8	30.0	28.0
2005	59.1	52.5	46.0
2006	45.6	43.5	39.0
2007	67.5	56.0	46.0
2008	55.9	68.0	54.0
2009	51.0	40.0	34.3
2010	55.5	43.0	34.0
2011	46.0	64.5	
2012	50.7	35.0	
2013	57.1	53.0	

	2014	42.0		
	2015	68.0		
	2016	41.0		
Media	hd	53.63	52.55	39.70
Desv. Stand.	Sd	16.63	13.82	7.83
Moda	Ed	46.15	46.33	36.18
Caracterist.	Kd	0.65	0.54	0.39
N° datos	n	39	33	9

Moda ponderada	45.11
Caracterist. ponderada	0.57

1.1.2 Cálculo de alturas de precipitación máxima diaria

Para el cómputo de las precipitaciones máximas diarias para diferentes periodos de retorno se utiliza la Ley de Gumbell.

$$HdT = Ed(1 + Kd * \text{Log}T)$$

Dónde:

hdT = Lluvia máxima diaria para un periodo de retorno (mm)

Ed = Moda (mm).

Kd = Característica de la distribución.

T = Periodo de retorno (años).

Tabla 3.14 Lluvias máximas diarias

Lluvias máximas para diferentes periodos de retorno	
Periodo de retorno t (años)	Lluvias máximas diarias hdt (mm)
2	52.85
5	63.08
10	70.82
20	78.56
50	88.80
100	96.54
500	114.51

Fuente: Elaboración propia

1.1.3 Cálculo de alturas de precipitación máxima horaria

Se emplea la siguiente fórmula para el cálculo de las alturas de precipitación máxima horaria:

$$htT = Edp * \left(\frac{tc}{\alpha}\right)^\beta * (1 + Kdp * \text{Log}T)$$

Dónde:

Edp = Moda Ponderada, la cual se adquiere de las precipitaciones máximas en 24 hrs. de las estaciones climatológicas estudiadas.

t_c = Tiempo de concentración (hrs).

α = Equivalente de lluvia diaria igual a 12 para cuencas con área mayor a 20 km². Y 2 para cuencas con área menor a 20 km².

T = Periodo de Retorno (años).

Kdp = Característica Ponderada.

β = entre 0,2 o 0,3

$$htT = 45.11 * (2/2)^{0.2} * (1 + 0.57 * \text{Log}2)$$

$$htT = 52.85 \text{ mm}$$

Tabla 3.15 Lluvias Máximas

Periodo de retorno (años)	Periodo de duración de lluvias en horas							
	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
2.00	34.87	40.05	46.01	52.85	57.31	60.71	63.48	65.84
5.00	41.62	47.81	54.92	63.08	68.41	72.46	75.77	78.58
10.00	46.73	53.67	61.65	70.82	76.81	81.35	85.07	88.23
20.00	51.83	59.54	68.39	78.56	85.20	90.25	94.36	97.87
50.00	58.58	67.29	77.30	88.80	96.30	102.00	106.65	110.61
100.00	63.69	73.16	84.04	96.54	104.69	110.89	115.95	120.26
500.00	75.55	86.78	99.68	114.51	124.18	131.53	137.54	142.65

Fuente: Elaboración propia

1.1.4 Intensidad máxima

La intensidad de la lluvia de diseño corresponde a aquella de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y de la frecuencia o período de retorno seleccionado para el diseño de la obra en cuestión.

$$I = \frac{htT}{t}$$

Dónde:

I = Intensidad (mm/hrs)

htT = Altura de lluvia máxima horaria (mm)

t = Duración de la lluvia (hrs)

$$I = \frac{52.85 \text{ mm}}{2 \text{ hrs}}$$

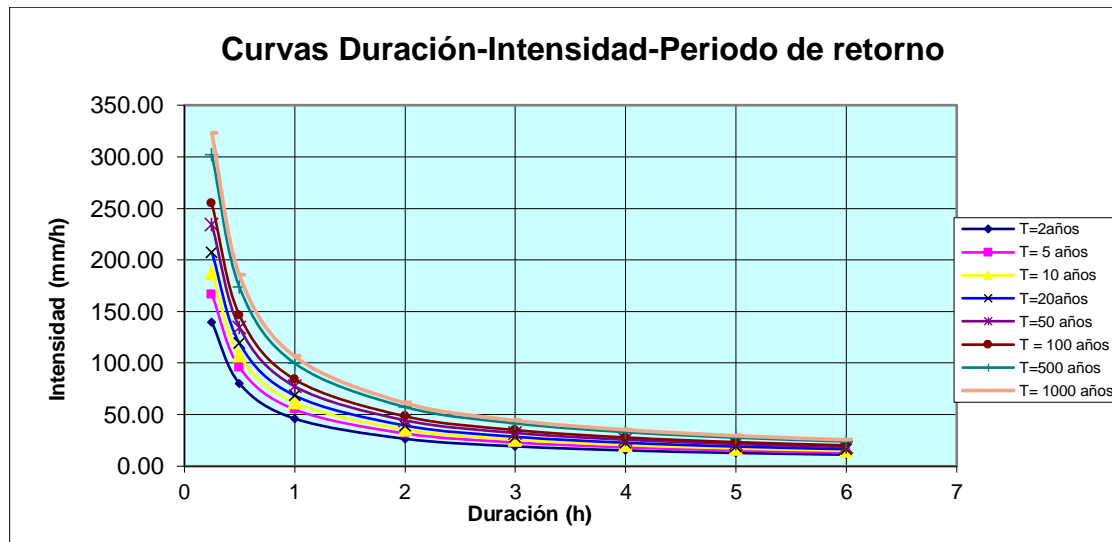
$$I = 26.43 \text{ mm/hrs}$$

Tabla 3.16 Intensidad máx. Para periodos de duración menores a 12 horas

Periodo de retorno (años)	Periodo de duración de lluvias en horas							
	0.25	0.5	1	2	3	4	5	6
2	139.47	80.11	46.01	26.43	19.10	15.18	12.70	10.97
5	166.48	95.62	54.92	31.54	22.80	18.12	15.15	13.10
10	186.90	107.35	61.65	35.41	25.60	20.34	17.01	14.70
20	207.33	119.08	68.39	39.28	28.40	22.56	18.87	16.31
50	234.33	134.59	77.30	44.40	32.10	25.50	21.33	18.44
100	254.76	146.32	84.04	48.27	34.90	27.72	23.19	20.04
500	302.19	173.56	99.68	57.25	41.39	32.88	27.51	23.77
1000	322.61	185.29	106.42	61.12	44.19	35.11	29.37	25.38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.17 Curvas IDF



Fuente: Elaboración propia

1.2 CALCULO HIDRÁULICO

1.2.1 Tiempo de retorno

Se usan los siguientes tiempos de retorno para las estructuras hidráulicas de la ruta: Para cunetas se utilizará 10 años y para alcantarillas 20 años.

Tabla 3.18 Tiempo de Retorno

Alcantarilla menor:	10 años
Alcantarilla mayor:	20 años
Puentes:	50 años

Fuente: Manual de la ABC

Para esta evaluación hidráulica se trabajara para las cunetas con un tiempo de retorno para 10 años y la intensidad máxima de lluvia de 15 min y para las alcantarillas con un tiempo de retorno de 20 años y la intensidad máxima de lluvia de 2 horas.

Tabla 3.19 Tabla de datos

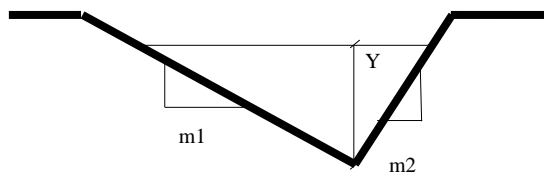
Obra de arte	Periodo de retorno	Duración de lluvia	Intensidad máxima
Cunetas	10 años	0.15 min.	186.90 mm/hrs.
Alcantarillas	20 años	2 horas	39.28 mm/hrs.

1.2.2 Evaluación de cunetas

1.2.2.1 Sección Tipo

Observando las condiciones constructivas tenemos la siguiente sección.

Imagen N° Sección tipo de las cunetas



Dónde:

A = Área de aporte

T = ancho superficial

Q = Caudal (m³/s)

Y = tirante de nivel de agua

Datos:

a	8	mts	Ancho de Carril
b	1	mts	Ancho de berma
C1	0.9		Coefficiente de escorrentía de la calzada
n	0.015		Coefficiente de rugosidad
I	186.9	mm/h	Intensidad de lluvia
m1	3		
m2	1		

- Caudal de diseño (m^3/s)

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

A1= Área de media plataforma

$$A1 = \left(\frac{a}{2} * longitud\right) = \left(\frac{4}{2} * 370\right) / 1000^2 = 0.00148 \text{ km}^2$$

Az1 = Área tributaria de la cuneca y talud

$$Az1 = \frac{(50 * 370)}{1000^2} = 0.01850 \text{ km}^2$$

Coefficientes de escurrimiento C:

Con relación al coeficiente de escurrimiento C, éste depende, entre otros factores, de la pendiente de la cuenca y del rio, del tipo de suelo, de la geología de la vegetación.

La norma A.B.C. nos proporciona ciertos valores de acuerdo al tipo del terreno.

Tabla 3.20 Coeficientes de escurrimiento C

Tipo de Terreno	Coefficiente de Escurrimiento
Pavimentos de adoquín	0,50 – 0,70
Pavimentos asfálticos	0,70 – 0,95
Pavimentos en concreto	0,80 – 0,95
Suelo arenoso con vegetación y pendiente 2% - 7%	0,15 – 0,20
Suelo arcilloso con pasto y pendiente 2% - 7%	0,25 – 0,65
Zonas de cultivo	0,20 – 0,40

Fuente: Manual de la A.B.C.

Para C adoptamos

A1= 0.00148 km² C1= 0.90 Coef. de escorrentía para pavimento asfáltico y concreto

Az1 = 0.0185 km² C2 = 0.20 Coef. de escorrentía para semigranulares con vegetación

Se muestra el cálculo del primer tramo de cuneta

Coefficiente de escorrentía ponderado:

$$Cp = \frac{(C1 * A1) + (C2 * A2)}{A1 + A2}$$

$$Cp = \frac{(0,9 * 0,00148) + (0,2 * 0,01850)}{0,00148 + 0,01850} = 0,252$$

Caudal de diseño:

$$Q = \frac{Cp * I * (A1 + A2)}{3,6}$$

$$Q = \frac{0,252 * 186,9 * (0,00148 + 0,01850)}{3,6} = 0,261 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pendiente:

$$So = \frac{\text{Diferencia de altura}}{\text{Distancia horizontal}}$$

$$So = \frac{16}{370} = 0,043 \text{ m/m}$$

Calculo de la evaluación de cunetas

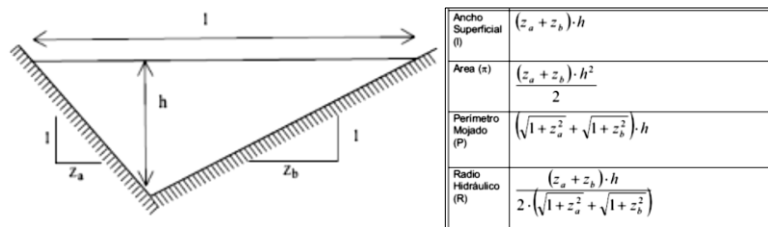
Se toma la ecuación de Manning

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

Coefficiente de rugosidad:

$n = 0,015$ Tabla en anexos

Hallando tirante despejando de la ecuacion de Manning:



$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{(m1+m2) \cdot h}{2 \cdot \sqrt{1+m1^2} + \sqrt{1+m2^2}} \right)^{2/3} * S^{1/2} * A$$

$$0,261 = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{(3+1) \cdot Y}{2(\sqrt{1+3^2} + \sqrt{1+1^2})} \right)^{2/3} * 0,043^{1/2} * \frac{((3+1) \cdot Y^2)}{2}$$

De dónde $Y = 0,21 \text{ m}$

Hallando espejo de agua:

$$T = ((m1 + m2) * Y) = ((3 + 1) * 0,213) = 0,851 \text{ m}$$

Tabla 3.21 Resultados de evaluación de cunetas

Progresiva		Long. (m)	Y (m)	T (m)	Lado
Inicio	Final				
0+220	0+590	370	0.213	0.851	Izquierda
0+590	0+940	350	0.193	0.770	Izquierda
0+940	1+600	660	0.302	1.208	Izquierda
1+010	1+540	530	0.266	1.065	Izquierda
1+600	1+780	195	0.150	0.599	Izquierda
1+780	2+013	230	0.196	0.782	Derecha
2+013	2+328	320	0.194	0.775	Derecha
2+328	2+500	170	0.153	0.612	Derecha
2+500	2+600	100	0.132	0.528	Derecha
2+600	2+800	200	0.171	0.685	Izquierda

Progresiva		Long. (m)	Y (m)	T (m)	Lado
Inicio	Final				
2+800	2+993	100	0.102	0.408	Izquierda
2+993	3+142	240	0.1631	0.6524	Izquierda
3+142	3+340	200	0.1588	0.6352	Izquierda
3+340	3+720	380	0.1742	0.6968	Izquierda
3+720	4+340	620	0.2429	0.9716	Izquierda
3+022	3+127	195	0.1593	0.6372	Derecha
3+338	3+460	122	0.1389	0.5556	Derecha
3+590	3+700	110	0.1399	0.5596	Derecha
3+930	4+160	230	0.1882	0.7528	Derecha
4+340	4+575	230	0.1669	0.6676	Izquierda
4+390	4+540	150	0.1464	0.5856	Derecha
4+575	4+700	130	0.1195	0.478	Izquierda
4+600	4+689	89	0.1516	0.6064	Derecha
4+700	4+852	150	0.1137	0.4548	Derecha
4+852	4+950	100	0.1135	0.454	Izquierda
4+990	5+160	170	0.1433	0.5732	Derecha
4+950	5+220	270	0.1945	0.778	Izquierda
5+220	5+527	310	0.2839	1.1356	Izquierda
5+234	5+340	106	0.1498	0.5992	Derecho
5+340	5+684	250	0.1261	0.5044	Izquierda
5+527	5+760	230	0.1746	0.6984	Izquierda
5+760	5+454	214	0.231	0.924	Derecha
5+760	6+220	170	0.193	0.772	Izquierda

El cálculo de la evaluación de cunetas se encuentra en (Anexo 7)

1.2.3 Alcantarillas de cruce y de alivio

1.2.3.1 Estimación de caudales máximos.

Una vez que se tienen las relaciones Intensidad – Duración – Periodo de retorno, se pueden estimar los caudales máximos usando el método o fórmula racional.

Este método es usado, en general, para la estimación de caudales máximos en obras de alcantarillas en carreteras y otras obras de arte.

1.2.3.2 Método racional.

La ecuación del método racional responde a la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Dónde:

Q = Caudal (m3/s).

C = Coeficiente de escorrentía (relación entre la cantidad de agua que escurre entre el total de agua que se precipita).

I = Intensidad media máxima de precipitación (mm/hora), para una duración t y un periodo de retorno T.

A = Área de la cuenca o superficie drenada (km2).

Coeficientes de escurrimiento C

Figura 3.14 Coeficientes de escurrimiento C

TABLA 1.6-3 COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA (C) PARA T = 10 AÑOS				
Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,28-0,35 Escarpado con pendientes mayores que 30%	0,20-0,28 Montañoso con pendientes entre 10 y 30%	0,14-0,20 Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	0,08-0,14 Relativamente plano con pendientes menores al 5%
Infiltración	0,12-0,16 Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	0,08-0,12 Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	0,06-0,08 Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	0,04-0,06 Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura vegetal	0,12-0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	0,08-0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal	0,06-0,08 Regular a buena; 50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	0,04-0,06 Buena a excelente; 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento Superficial	0,10-0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	0,08-0,10 Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas húmedas	0,06-0,08 Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	0,04-0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos.

Si T > 10 años Amplificar Resultado por:
T = 25 : C x 1,10 T = 50 : C x 1,20 T = 100 : C x 1,25

Fuente: Manual de la A.B.C.

Con relación al coeficiente de escurrimiento C, éste depende, entre otros factores, de la pendiente de la cuenca y del río, del tipo de suelo, de la geología de la vegetación.

Se muestra el cálculo de la alcantarilla N° 5

Para la alcantarilla de cruce se toma de la tabla de esorrentía factor relieve $C = 0.20$ y como dice la tabla si $T > 10$ años multiplicamos para ampliar el resultado y obtenemos:
 $C = 0.22$

1.2.3.3 Cálculo del tiempo de concentración

Para la determinación del tiempo de concentración, se debe definir previamente las características morfológicas de la cuenca las cuales son área de la cuenca, longitud del cauce principal, pendiente del lecho del río. Desnivel entre el punto más alto y más bajo de la cuenca dividido entre su longitud medida en planta.

$$\text{California} \quad t_c = \left(0,871 * \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Se optó por una sola formula que se adecue más a nuestra zona del tiempo de concentración.

Calculo de tiempo de concentración de la alcantarilla N° 5

$$t_c = \left(0,871 * \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

$$t_c = \left(0,871 * \frac{0,51^3}{75} \right)^{0,385} = 0,083 \text{ h}$$

Ya calculamos el tiempo de concentración y tenemos el dato que es:

$$T_c = 0,083 \text{ (h)}$$

Para el diseño de alcantarillas usamos la intensidad máxima de 2 horas como mencionamos al inicio

$$P_t = P_{24} \cdot \left(\frac{t_c}{12} \right)^{0,2}$$

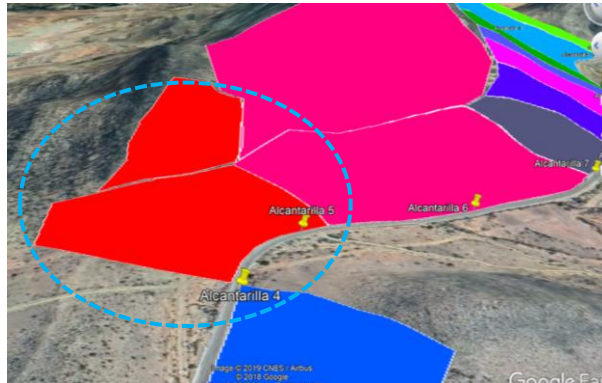
$$P_t = 39.28 * \left(\frac{0.083}{12} \right)^{0.2} = 14.52 \text{ mm}$$

Para la intensidad

$$i = \frac{P_t}{T_c} = \frac{14.52}{0.083} = 175.604 \text{ mm/h}$$

Cálculo del área mediante el Auto CAD

Figura 3.15 Cálculo de áreas auto CAD



Fuente: Elaboración propia

Área de la aporte para la alcantarilla N° 5 = 0.240 (km²)

Calculo del caudal

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

$$Q = \frac{0.22 * 175.604 * 0.240}{3.6} = 2.571 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Coefficiente de rugosidad

De acuerdo al material de las alcantarillas se obtendrán los coeficientes de rugosidad de la tabla siguiente:

Figura 3.16 Coeficientes de rugosidad

Materiales	n
a) Hormigón	0,012
b) Metal Corrugado	
Ondulaciones estándar (68 mm x 13 mm)	0,024
25% revestido	0,021
Totalmente revestido	0,012
Ondulaciones medianas (76 mm x 25 mm)	0,027
25% revestido	0,023
Totalmente revestido	0,012
Ondulaciones grandes (152 mm x 51 mm)	
25% revestido	0,026
Totalmente revestido	0,012

Fuente: Manual de la ABC

Como nuestra alcantarilla es de metal corrugado y según sus ondulaciones estándar nuestro coeficiente de rugosidad para esta alcantarilla es de:

$$n = 0.024$$

La pendiente obtenemos de los registros de daños físicos el cual recolectamos información.

Pendiente = 0.03 m/m

El cálculo hidráulico considerado para establecer las dimensiones mínimas de la sección para las alcantarillas, es el establecido por la fórmula de Manning.

$$V = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

Dónde:

Rh: Radio Hidráulico

S: Pendiente de la Cuenca

A: Área de la Cuenca

n: Coeficiente de Manning

Debido a que el tubo trabaja al 0.75 del diámetro ($y = 0.75 d$)

Hallando tirante despejando de la ecuación de Manning

$$R = \frac{d}{4} \left(\frac{\theta_R - \text{sen}\theta}{\theta_R} \right)$$

$$A = \frac{d^2}{8} (\theta_R - \text{sen}\theta)$$

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(1 - \frac{2y}{d}\right)$$

$$2.57 = \frac{1}{0.024} * \left(\frac{1}{4} \left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right) D\right)^{\frac{2}{3}} * 0.03^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) D^2\right)$$

$$2.57 = \frac{1}{0.024} * \left(\frac{1}{4} \left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right) 1.45\right)^{\frac{2}{3}} * 0.03^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) 1.45^2\right)$$

De donde: $Y = 0.659$ m

Calculo del diámetro

El tubo trabaja al 0,75 del diámetro ($y = 0,75 d$):

$$y = \frac{0.659}{0.75} = 0.88 \text{ m} < 1.45$$

3.7.1. Evaluación de alcantarillas de cruce

Tabla 3.22 Evaluación alcant. cruce

N°	Prog.	Caudal [m ³ /s]	Coef. de rugosidad [n]	Evaluación				
				Pend. [m/m]	Tirante (m)	Diametro calculado [m]	Diametro asumido [m]	Velocidad [m/seg]
5	Prog. 1+780	2.571	0.024	0.0300	0.659	0.88	1.45	1.56
6	Prog. 2+013	4.481	0.024	0.0300	0.778	1.04	1.95	1.50
15	Prog. 4+340	2.691	0.024	0.0300	0.765	1.04	1.20	3.96
16	Prog. 4+575	1.553	0.024	0.0300	0.546	0.73	1.20	2.38
17	Prog. 4+700	1.067	0.024	0.0300	0.444	0.59	1.20	1.37
18	Prog. 4+852	1.132	0.024	0.0300	0.458	0.59	1.20	0.94
19	Prog. 4+950	1.136	0.024	0.0300	0.459	0.61	1.20	1.00
20	Prog. 5+220	1.558	0.024	0.0300	0.679	0.90	0.90	1.79
21	Prog. 5+527	1.671	0.024	0.0300	0.529	0.90	1.40	1.01

Fuente: Elaboración propia

3.7.2. Evaluación de alcantarillas de alivio

El diámetro de las alcantarillas de alivio fue determinado mediante la ecuación de Manning:

El tubo trabaja al 0,75 del diámetro ($y = 0,75 d$):

alcantarillas de alivio

- V** = Velocidad [m/s]
- n** = Coeficiente de rugosidad del tipo de tubo a utilizar
- D** = Diámetro del tubo a utilizar [m]
- S** = Pendiente de la alcantarilla
- Y** = Tirante del nivel de agua
- θ** = Angulo en grados

Tabla 3.23 Evaluación de alcantarillas de alivio

N°	Prog.	Caudal [m ³ /s]	Coef. de rugosidad [n]	Evaluación				
				Pend. [m/m]	Tirante (m)	Diametro calculado [m]	Diametro asumido [m]	Velocidad [m/seg]
1	Prog. 0+220	1.0772	0.024	0.020	0.596	0.79	0.90	1.7
2	Prog. 0+590	0.8205	0.024	0.021	0.491	0.65	0.90	1.3
3	Prog. 0+940	0.3574	0.024	0.025	0.294	0.39	0.90	0.6
4	Prog. 1+600	1.1424	0.024	0.020	0.622	0.83	0.90	1.8
7	Prog. 2+328	1.1386	0.024	0.025	0.573	0.76	0.90	1.8
8	Prog. 2+500	1.0343	0.024	0.023	0.553	0.74	0.90	1.6
9	Prog. 2+600	1.3790	0.024	0.030	0.616	0.82	0.90	2.2
10	Prog. 2+800	1.1562	0.024	0.030	0.545	0.73	0.90	1.8
11	Prog. 2+993	1.2643	0.024	0.026	0.609	0.81	0.90	2.0
12	Prog. 3+142	1.1700	0.024	0.020	0.634	0.84	0.90	1.8
13	Prog. 3+340	1.4314	0.024	0.030	0.633	0.84	0.90	0.8
14	Prog. 3+720	1.3980	0.024	0.030	0.622	0.83	0.90	0.7
22	Prog. 5+760	1.3988	0.024	0.030	0.622	0.83	0.90	0.6

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de alcantarillas de cruce y de alivio se encuentra en (Anexo 7)

3.8. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL TRAMO EN ESTUDIO

Para la realización de la evaluación estructural utilizamos como referencia las especificaciones técnicas que son específicamente para cunetas revestidas y alcantarillas de H°C°, lo cual se evaluará la resistencia del hormigón como respalda tales especificaciones técnicas, comparando con nuestros datos obtenidos de la resistencia con el ensayo no destructivo del esclerómetro.

3.8.1. Drenaje transversal

Especificaciones técnicas

Ítem: p/estructuras H°C° 50% PD Hormigón ($f'c=210$ kg/cm²) Unidad: m³.

Definición

Este ítem se refiere a la construcción de elevaciones de hormigón ciclópeo para estructuras hidráulicas en carreteras, tales como alcantarillas encole o descole y otros que componen la infraestructura. De acuerdo a las dimensiones, dosificaciones de hormigón y otros detalles señalados en los planos constructivos y/o instrucciones del supervisor de obra.

Todas las estructuras de hormigón simple o ciclópeo, deberán ser ejecutadas con **210 kg/cm² de resistencia a los 28 días** y deberán ser ejecutadas de acuerdo con las dosificaciones establecidas en los planos y en estricta sujeción con las exigencias y requisitos establecidos en la Norma Boliviana del Hormigón.

Materiales, herramientas y equipo

Todos los materiales, equipo y herramientas serán provistos por el contratista previamente debe contar con la aprobación y autorización del supervisor de obra. En el caso de agregados, el contratista con aprobación, autorización y presencia del supervisor de obra, procederá a tomar muestras de los agregados provenientes de los diferentes bancos o canteras de préstamo de agregados.

Características del hormigón

Contenido unitario de cemento en general, el hormigón contendrá la cantidad de cemento que sea necesaria para obtener mezclas compactas, con la resistencia especificada en los planos o en la propuesta aceptada y capaz de asegurar la protección de las armaduras.

En ningún caso las cantidades de cemento para H° de tipo normal serán menores que:

Aplicación	Cantidad mínima de cemento por m3.	Resistencia cilíndrica a los 28 días	
		Con control permanente	Sin control permanente
	Kg.	Kg./cm2	Kg./cm2
Hormigón Pobre	200	-	80
Hormigón Ciclópeo	280	210	180
Pequeñas Estructuras	300	200	150
Estructuras Corrientes	325	230	170
Estructuras Especiales	350	270	200

El cuadro adjunto, se constituye solamente en una referencia, por lo que el proponente en función a su experiencia, deberá determinar las cantidades necesarias de cemento, con el objeto de obtener las resistencias a los 28 días.

3.8.2. Ensayo no destructivo para drenaje transversal

Para el ensayo del esclerómetro primero se obtuvo el equipo en el laboratorio de la universidad presentando las cartas correspondientes.

Por el motivo que en las prácticas del laboratorio de estructuras se hacen disparos del esclerómetro dependiendo la estructura, se toma como referencia treinta (30) disparos dividiendo de la siguiente manera, en 6 partes horizontales y 5 partes verticales que nos da un total de 30 puntos a disparar.

Tabla 3.24 Puntos de disparo de un esclerómetro

*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*

Fuente: Elaboración propia

Estos disparos son generalmente a columnas, vigas. En nuestro caso para la alcantarilla nosotros aplicaremos menores puntos de disparo a cada parte de la estructura tanto a la estructura de entrada y salida

Los disparos del esclerómetro a cada parte de la estructura que optaremos son:

Pantalla: 10 a 15 disparos

Aleros: 20 disparos

Base: 10 disparos

Muros: 20 disparos

Una vez obtenido el equipo nos dirigimos al tramo a evaluar y empezamos con una pequeña limpieza del hormigón y a dividir con tiza en partes iguales a la pantalla, aleros, bases de la alcantarilla y empezamos los disparos.

Figura 3.17 Disparos del esclerómetro



Fuente: Cámara fotográfica

Figura 3.18 Marcación y disparos con el esclerómetro



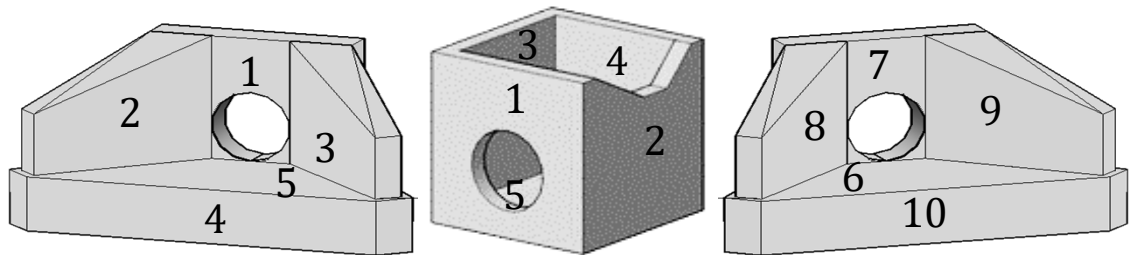
Fuente: Cámara fotográfica

El ensayo se efectúa apretando el percutor contra la superficie a examinar, hasta que el martillo, impulsado por un resorte, se descargue sobre el percutor. Después del golpe, el martillo rebota a una cierta distancia, la cual se indica por una aguja en una escala graduada.

Si no está el esclerómetro perfectamente perpendicular con la superficie nos dará un rebote menor.

Esquema de distribución de datos obtenidos por el esclerómetro para drenaje transversal



Figura 3.19 Esquema de disparos con el esclerómetro





Fuente: Elaboración propia



Nota: Los cuadros de la practica donde están vacíos son porque esa zona esta con bastante sedimento el cual no se pudo disparar.



A continuación tenemos las planillas concluidas para el drenaje transversal.



Ensayo con el esclerómetro 1° Alcantarilla														
Caja colector							Cabezal de salida							
Pantalla entrada (1)							Pantalla de salida (7)							
31	28	24	26	35	40	38	38	33	30	Alero derecho (8)				
36	39	31	31	32	39	34	36	37	41	41	44	38	34	31
Muro izquierdo entrada (2)					Alero izquierdo (9)					44	48	40	31	39
38	34	31	41	30	43	31	44	39	34	39	39	39	35	35
36	38	34	39	39	Alero izquierdo (9)					35	33	31	39	40
33	39	38	34	37	33	34	38	34	38	33	34	38	34	38
30	31	41	33	36	40	37	37	35	31	40	37	37	35	31
Muro derecho entrada (3)					Dentellón (10)					49	41	36	35	42
36	34	34	38	36	31	40	31	43	33	Base (5)				
32	39	31	34	31	33	32	34	39	34	Base (6)				
40	38	34	39	39	28	35	43	31	37	33	27	28	41	29
42	41	38	31	41	29	35	34	38	38	28	35	43	31	37
Muro de frente a la pantalla(4)					Dentellón (10)					34	33	42	35	30
36	37	35	33	34	Base (5)					Base (6)				
41	38	37	35	38	Base (5)					Base (6)				
39	34	31	37	31	Base (5)					Base (6)				
30	36	39	30	33	Base (5)					Base (6)				



Ensayo con el esclerómetro 2° Alcantarilla														
Caja colector							Cabezal de salida							
Pantalla entrada (1)							Pantalla de salida (7)							
38	35	35	34	41	37	35	43	31	41	Alero derecho (8)				
34	37	31	38	39	39	40	42	34	39	33	39	33	41	33
Muro izquierdo entrada (2)					Alero izquierdo (9)					39	38	39	41	32
37	40	37	37	31	30	36	32	43	38	33	31	34	37	40
42	38	39	31	39	Alero izquierdo (9)					37	33	40	47	35
39	31	30	33	42	45	32	39	38	34	47	38	34	42	34
44	39	36	38	43	40	39	37	33	39	Dentellón (10)				
Muro derecho entrada 3					Dentellón (10)					35	38	41	32	40
35	41	36	42	32	35	43	33	40	40	Base (5)				
31	36	34	38	34	33	34	31	35	40	Base (6)				
30	38	42	33	33	33	34	31	35	40	39	33	37	32	37
42	34	40	33	36	31	34	39	39	41	31	34	39	39	41
Muro de frente a la pantalla(4)					Dentellón (10)					33	36	37	24	29
31	41	33	38	32	Base (5)					Base (6)				
36	35	38	39	39	Base (5)					Base (6)				
34	38	34	34	37	Base (5)					Base (6)				
35	31	42	41	38	Base (5)					Base (6)				



Ensayo con el esclerómetro 3° Alcantarilla														
Caja colector							Cabezal de salida							
Pantalla entrada (1)							Pantalla de salida (7)							
37	31	36	28	38	28	24	27	33	30	Alero derecho (8)				
35	36	37	38	38	29	34	34	34	23	30	27	25	24	28
Muro izquierdo entrada (2)					Alero izquierdo (9)					25	37	26	26	27
24	28	26	26	31	24	23	22	26	28	32	31	27	29	38
34	36	32	33	34	Alero izquierdo (9)					28	32	34	38	31
38	40	42	44	40	28	32	34	38	31	37	35	27	29	32
36	35	38	38	40	41	43	45	35	31	41	43	45	35	31
Muro derecho entrada (3)					Dentellón (10)					34	28	22	29	30
35	36	38	31	32	24	34	35	28	42	Base (5)				
30	30	33	32	33	28	24	38	37	36	Base (6)				
38	36	42	33	33	29	27	24	24	26	29	27	24	24	26
42	34	41	33	34	28	34	27	35	35	28	39	35	36	30
Muro de frente a la pantalla(4)					Dentellón (10)					Base (5)				
35	35	3	36	39	Base (5)					Base (6)				
42	41	22	24	28	Base (5)					Base (6)				
22	38	36	33	30	Base (5)					Base (6)				
36	32	35	25	29	Base (5)					Base (6)				



Ensayo con el esclerómetro 4° Alcantarilla																
Caja colectora							Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)				
Pantalla entrada (1)							Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
25	22	29	26	22			27	20	20	30	32	20	30	30	27	38
28	23	34	33	22			20	22	28	37	26	22	25	24	32	30
Muro izquierdo entrada (2)							Alero izquierdo (9)					Dentellón (10)				
28	29	24	22	26			20	22	28	37	26	25	26	27	22	24
22	38	31	34	22			24	24	25	23	22	22	25	24	32	30
42	45	35	38	28			28	28	27	26	30	28	29	30	38	40
28	33	26	45	40			Alero izquierdo (9)					Dentellón (10)				
Muro derecho entrada (3)							Alero izquierdo (9)					Dentellón (10)				
28	36	33	39	32	25	26	27	22	24	43	42	33	35	33		
30	42	28	34	33	22	25	24	32	30	35	39	37	35	32		
25	33	32	32	32	28	29	30	38	40	35	28	35	35	36		
32	29	28	34	34	Muro de frente a la pantalla(4)					Dentellón (10)						
34	32	33	34	38	Muro de frente a la pantalla(4)					Dentellón (10)						
29	28	28	24	26	Base (5)					Base (6)						
22	38	36	33	28						29	28	29	24	25		
38	33	37	20	22						24	30	25	34	28		
										35	38	36	30	42		

Ensayo con el esclerómetro 5° Alcantarilla																
Cabezal de entrada							Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)				
Cabezal de entrada (1)							Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
25	45	32	38	30			35	36	37	42	32	35	36	37	42	32
28	42	47	40	22			35	42	38	45	25	35	42	38	45	25
Alero izquierdo entrada (2)							Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
38	34	38	42	26			35	33	36	32	34	20	21	25	24	35
22	38	31	34	22			20	21	25	24	35	28	38	40	39	32
42	44	35	38	34			21	25	22	24	33	Alero izquierdo (9)				
32	35	38	33	34			20	21	25	25	22	33	20	32	33	30
Alero derecho entrada (3)							Alero izquierdo (9)					Dentellón (10)				
24	28	29	23	30	33	20	32	33	30	35	32	28	27	25		
35	34	42	40	33	25	22	27	29	21	Dentellón (10)						
24	25	26	25	22	40	38	33	39	34	40	38	33	39	34		
35	37	38	31	32	33	37	28	22	35	35	36	34	32	33		
Dentellón (4)					Base (5)					Base (6)						
35	36	38	34	32	28	26	38	35	36	24	38	26	27	28		
23	29	27	28	28	24	28	29	38	34	33	31	30	38	28		
22	22	27	38	40						25	28	20	32	30		
38	38	35	42	40												

Ensayo con el esclerómetro 6° Alcantarilla																
Cabezal de entrada							Cabezal de salida					Pantalla de salida(7)				
Cabezal de entrada (1)							Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
38	35	31	35	35			28	29	24	25	21	41	40	27	29	22
44	42	40	41	33			22	27	24	21	28	20	27	22	24	20
Alero izquierdo entrada (2)							Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
35	32	39	34	42			20	27	24	21	28	28	29	24	25	21
35	32	30	38	45			20	27	24	21	28	20	27	22	24	20
36	35	30	38	33			44	41	34	30	30	28	20	26	29	38
38	35	31	35	35			Alero izquierdo (9)					Dentellón (10)				
Alero derecho entrada (3)							Alero izquierdo (9)					Dentellón (10)				
28	35	36	36	32	41	40	27	29	22	40	45	42	28	29		
28	24	35	31	33	20	27	22	24	20	35	32	38	34	30		
29	26	37	40	35	28	20	26	29	38	34	28	22	20	27		
38	31	42	45	44	21	25	26	28	22	32	25	27	23	22		
Dentellón (4)					Base (5)					Base (6)						
38	39	34	35	32	35	34	30	36	33	31	33	38	37	34		
28	20	26	27	28	36	35	33	37	31	35	29	28	34	35		
22	25	22	22	22												
32	35	27	23	22												

Ensayo con el esclerómetro 7° Alcantarilla															
Caja colectora					 	Cabezal de salida					Pantalla de salida(7)				
Pantalla entrada (1)						Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
35	33	34	30	39		25	24	22	20	24	28	22	26	24	22
31	33	29	24	25		33	35	27	25	32	33	22	29	27	22
Muro izquierdo entrada (2)						Muro lateral izquierdo (10)					Muro lateral derecho (11)				
38	39	31	30	33		25	26	28	22	24	38	33	34	35	39
22	21	29	28	32		44	34	24	28	20	25	28	37	32	35
20	23	38	25	22		Muro de frente a la pantalla(4)					Retardadores de flujo (12)				
22	27	21	25	25		35	36	30	31	33	29	41	40	44	40
Muro derecho entrada (3)						Base (5)					Base (6)				
38	36	31	30	28						39	32	34	37	38	
33	29	28	22	24						31	39	34	37	43	
30	33	34	30	38											
30	29	22	28	24											
Muro de frente a la pantalla(4)															
35	36	30	31	33											
22	29	28	22	32											
28	34	40	41	22											
22	27	28	20	35											


Ensayo con el esclerómetro 8° Alcantarilla															
Caja colectora					 	Cabezal de salida					Pantalla de salida(7)				
Pantalla entrada (1)						Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
25	26	24	22	28		38	34	36	31	32	28	22	33	34	33
32	33	35	28	42		22	24	29	38	33	42	40	37	39	31
Muro izquierdo entrada (2)						Muro lateral izquierdo (10)					Muro lateral derecho (11)				
32	35	39	31	33		40	42	39	38	29	35	34	33	25	38
34	38	20	24	29		20	24	30	32	37	29	25	33	24	29
32	36	33	33	37		Muro de frente a la pantalla(4)					Retardadores de flujo (12)				
33	38	40	40	42		37	38	39	38	34	34	39	31	36	35
Muro derecho entrada (3)						Base (5)					Base (6)				
29	24	22	25	22						33	38	20	34	38	
20	28	26	27	28						39	34	38	29	27	
29	32	33	34	33											
33	33	30	31	34											
Muro de frente a la pantalla(4)															
37	38	39	38	34											
40	38	35	37	33											
22	25	21	22	28											
38	33	37	20	22											


Ensayo con el esclerómetro 9° Alcantarilla															
Caja colectora					 	Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)				
Pantalla entrada (1)						Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
22	24	28	29	23		35	32	33	27	38	40	28	28	22	20
28	37	34	35	34		35	38	34	33	36	28	22	29	27	20
Muro izquierdo entrada (2)						Muro lateral izquierdo (10)					Muro lateral derecho (11)				
28	21	25	26	28		34	31	30	35	35	34	29	39	38	32
33	28	38	42	27		39	29	34	38	38	34	28	38	34	37
39	34	33	22	37		Muro de frente a la pantalla(4)					Retardadores de flujo (12)				
29	35	33	39	34		35	38	32	34	34	22	29	28	31	32
Muro derecho entrada (3)						Base (5)					Base (6)				
28	39	34	28	27						28	36	33	34	36	
29	28	33	34	33						33	28	37	36	35	
27	21	35	20	32											
32	33	36	24	28											
Muro de frente a la pantalla(4)															
35	38	32	34	34											
22	29	28	31	34											
22	33	33	31	32											
29	34	33	35	37											


Ensayo con el esclerómetro 10° Alcantarilla																			
Caja colectora						Cabezal de salida													
Pantalla entrada (1)						Pantalla de salida (7)													
35	33	32	35	39		28	24	20	29	28									
22	29	27	24	25		32	28	26	24	25									
Muro izquierdo entrada (2)						Alero derecho (8)													
23	22	25	28	29		35	38	34	20	28									
28	38	37	35	29		23	26	24	29	25									
42	32	38	22	33		Alero izquierdo (9)													
38	28	22	29	38		34	32	28	22	26									
Muro derecho entrada (3)						Muro lateral izquierdo (10)													
34	39	35	37	26		22	25	24	32	30									
30	38	32	34	32		28	29	30	38	40									
29	34	33	33	38		Muro lateral derecho (11)													
30	34	39	33	34		41	29	35	31	35									
Muro de frente a la pantalla(4)						Retardadores de flujo (12)													
20	28	29	24	26	Base (5)					Base (6)									
28	29	35	22	22						38	34	35	40	28	27	20	24	29	22
37	25	28	40	28						21	22	29	28	33	33	37	33	33	38
38	26	28	27	28															

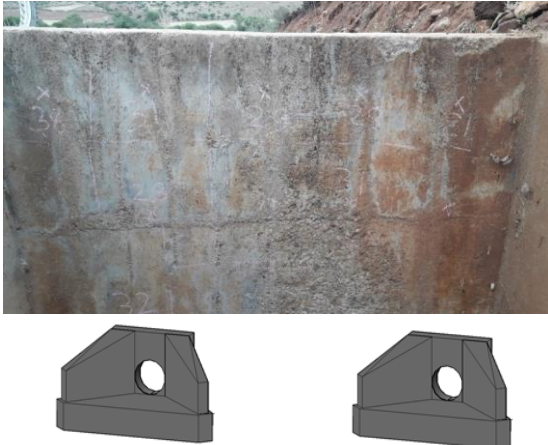
Ensayo con el esclerómetro 11° Alcantarilla																			
Caja colectora						Cabezal de salida													
Pantalla entrada (1)						Pantalla de salida (7)													
25	29	21	20	28		24	20	35	30	24									
34	38	29	24	25		32	38	34	24	35									
Muro izquierdo entrada (2)						Alero derecho (8)													
31	29	35	22	38		20	34	33	27	35									
40	38	31	34	35		22	22	35	37	34									
38	45	39	38	34		Alero izquierdo (9)													
28	34	26	38	40		22	38	36	35	33									
Muro derecho entrada (3)						Muro lateral izquierdo (10)													
28	34	33	38	32		33	39	34	35	38									
29	42	20	34	35		34	38	39	36	33									
38	33	35	32	34		22	29	32	36	35									
28	29	25	29	34		Muro lateral derecho (11)													
Muro de frente a la pantalla(4)						Retardadores de flujo (12)													
37	32	35	34	39	Base (5)					Base (6)									
29	28	28	35	26						33	38	29	34	30	29	34	28	40	42
29	38	35	33	40						41	48	42	44	44	48	40	42	40	40
28	33	22	20	35															


Ensayo con el esclerómetro 12° Alcantarilla																			
Caja colectora						Cabezal de salida													
Pantalla entrada (1)						Pantalla de salida (7)													
25	22	29	26	22		27	20	20	30	32									
28	23	34	33	22		32	20	22	24	25									
Muro izquierdo entrada (2)						Alero derecho (8)													
28	29	24	22	26		20	30	30	27	38									
22	38	31	34	22		20	22	28	37	26									
42	45	35	38	28		Alero izquierdo (9)													
28	33	26	45	40		28	28	27	26	30									
Muro derecho entrada (3)						Muro lateral izquierdo (10)													
28	36	33	39	32		27	28	24	26	29									
30	42	28	34	33		22	25	24	32	30									
25	33	32	32	32		28	29	30	38	40									
32	29	28	34	34		Muro lateral derecho (11)													
Muro de frente a la pantalla(4)						Retardadores de flujo (12)													
34	32	33	34	38	Base (5)					Base (6)									
29	28	28	24	26						27	28	29	24	28	35	28	35	35	36
22	38	36	33	28						24	32	25	35	28	35	38	36	30	42
38	33	37	20	22															


Ensayo con el esclerómetro 13° Alcantarilla															
Caja colectora						Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)				
Pantalla entrada (1)						Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
21	28	40	25	26		21	22	29	25	37	21	22	29	25	37
22	22	43	33	25		35	33	38	33	36	35	33	38	33	36
Muro izquierdo entrada (2)						Muro lateral izquierdo (10)					Muro lateral derecho (11)				
23	28	29	35	24		22	25	24	32	30	22	25	24	32	30
24	20	30	32	23		25	26	27	21	35	25	26	27	21	35
25	21	31	40	22		Muro de frente a la pantalla(4)					Retardadores de flujo (12)				
26	22	32	45	27		29	26	36	34	27	35	22	25	27	29
Muro derecho entrada (3)						Base (5)					Base (6)				
27	23	33	39	21							28	34	35	38	31
28	26	34	44	20							25	41	24	41	26
29	24	35	32	25											
32	25	36	43	26											
Muro de frente a la pantalla(4)															
29	26	36	34	27											
30	27	37	45	28											
34	28	38	41	29											
31	29	39	40	25											


Ensayo con el esclerómetro 14° Alcantarilla															
Caja colectora						Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)				
Pantalla entrada (1)						Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
22	28	26	24	22		25	26	34	35	38	26	26	24	26	30
28	38	31	35	32		26	22	22	28	24	33	22	22	23	28
Muro izquierdo entrada (2)						Muro lateral izquierdo (10)					Muro lateral derecho (11)				
22	33	35	22	24		35	38	22	26	24	24	26	25	28	22
22	22	22	24	28		28	22	24	28	20	43	24	43	22	35
32	45	35	36	33		Muro de frente a la pantalla(4)					Retardadores de flujo (12)				
39	33	40	34	38		34	36	35	33	38	31	33	35	32	31
Muro derecho entrada (3)						Base (5)					Base (6)				
31	36	34	34	38							35	34	32	38	36
32	42	28	34	20							35	38	31	39	42
31	36	32	34	31											
35	33	35	38	34											
Muro de frente a la pantalla(4)															
34	36	35	33	38											
42	28	35	34	33											
28	22	22	33	34											
22	33	38	32	22											


Ensayo con el esclerómetro 15° Alcantarilla															
Cabezal de entrada						Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)				
Cabezal de entrada (1)						Alero derecho (8)					Alero izquierdo (9)				
22	22	23	26	24		28	29	24	25	41	27	20	24	25	22
28	26	34	25	22		39	40	24	38	28	28	26	21	28	22
Alero izquierdo entrada (2)						Muro lateral izquierdo (10)					Muro lateral derecho (11)				
27	29	28	22	29		20	35	34	36	35	37	33	38	34	35
32	38	31	34	30		30	38	34	39	30	36	33	38	34	39
42	33	35	34	28		Muro de frente a la pantalla(4)					Retardadores de flujo (12)				
37	33	36	45	35		28	32	34	34	34	40	42	42	40	38
Alero derecho entrada (3)						Base (5)					Base (6)				
38	36	39	39	40							39	38	31	34	35
43	42	42	34	41							32	31	20	25	28
44	45	32	26	41											
38	32	34	34	34											
Dentellón (4)															
28	32	29	34	21	40	30	42	35	33	34	35	39	31	35	
24	28	23	24	22	36	40	34	38	35	33	35	30	34	26	
25	38	26	33	27											
30	35	29	23	28											


Ensayo con el esclerómetro 16° Alcantarilla																								
Cabezal de entrada						Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)													
Cabezal de entrada (1)						Alero izquierdo entrada (2)					Alero derecho (8)													
26	35	29	38	22		28	35	24	36	26	35	36	31	38	21	35	39	20	25	28				
28	33	34	33	32		29	38	34	34	33	35	20	32	37	35	32	36	25	21	28				
Alero izquierdo entrada (2)						Alero derecho entrada (3)					Alero izquierdo (9)													
28	35	26	38	22		28	25	22	35	32	33	33	33	38	39	44	44	22	29	22				
25	45	26	38	22		32	38	35	33	31	20	27	22	55	22	28	26	24	25	25				
28	25	22	24	22		25	29	21	25	26	20	24	29	32	35	Dentellón (10)								
Alero derecho entrada (3)						Dentellón (4)					Base (5)					Base (6)								
28	29	35	34	38		28	29	35	34	38	35	36	24	28	21	28	26	28	24	25	32	40	45	41
22	25	29	34	33	22	25	29	34	33	33	24	26	28	25	31	28	25	34	34	32	39	34	35	33
24	26	28	33	25	Base (5)					Base (6)					25	24	29	35	38					
32	33	35	23	22	33	24	26	28	25	31	28	25	34	34	28	26	28	35	40					


Ensayo con el esclerómetro 17° Alcantarilla																									
Caja colectora						Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)														
Cabezal de entrada (1)						Alero izquierdo entrada (2)					Alero derecho (8)														
29	26	37	40	35		40	45	42	28	29	22	22	35	34	30	28	35	36	36	32	28	24	35	31	33
38	31	42	45	44		35	32	38	34	30	23	22	36	35	33	38	37	34	34	28	28	34	35	25	29
Alero izquierdo entrada (2)						Alero derecho entrada (3)					Alero izquierdo (9)														
34	28	22	20	27		28	36	33	31	33	41	40	27	29	22	20	27	22	24	20	28	20	26	29	38
25	29	38	24	29		28	26	27	28	33	28	20	26	29	38	21	25	26	28	22	Dentellón (10)				
Alero derecho entrada (3)						Dentellón (4)					Base (5)					Base									
28	36	33	31	33		24	25	25	24	32	29	22	30	28	24	25	25	24	37	34	39	38	22	24	35
28	26	27	28	33		34	34	28	26	28	55	22	33	25	34	34	28	26	34	35	32	31	26	29	28
29	22	22	22	35	Base (5)					Base															
38	27	23	22	44	24	26	28	44	22	24	26	28	44	22	39	38	22	24	35						
Dentellón (4)					Base (5)					Base															
24	25	25	24	32	29	22	30	28	24	25	25	24	37	34	32	31	26	29	28						
34	34	28	26	28	32	35	27	27	22	55	22	33	25	34	34	28	26	34	35						

Ensayo con el esclerómetro 18° Alcantarilla																									
Cabezal de entrada						Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)														
Cabezal de entrada (1)						Alero izquierdo entrada (2)					Alero derecho (8)														
22	29	22	25	24		28	29	34	29	26	28	29	24	22	22	35	36	31	34	38	22	20	34	24	35
22	55	22	28	26		40	42	40	38	22	25	22	38	35	32	Alero izquierdo (9)									
Alero izquierdo entrada (2)						Alero derecho entrada (3)					Alero izquierdo (9)														
39	38	24	35	25		28	36	22	22	35	25	28	26	35	34	29	22	30	35	38	Muro lateral izquierdo (10)				
28	33	29	28	40		32	38	34	34	33	29	22	30	35	38	35	31	24	35	39	28	36	40	44	33
Alero derecho entrada (3)						Dentellón (4)					Base (5)					Base (6)									
28	36	22	22	35		35	32	36	31	38	25	26	24	33	28	31	23	25	40	41	41	35	20	40	35
32	38	34	34	33		38	24	26	39	32	33	35	34	25	28	31	23	25	40	41	34	30	38	31	35
28	22	20	32	21	Base (5)					Base (6)					Retardadores de flujo (12)										
29	38	24	34	26	25	26	24	33	28	33	35	34	25	28	31	23	25	40	41	41	35	20	40	35	
Dentellón (4)					Base (5)					Base (6)					Retardadores de flujo (12)										
35	32	36	31	38	22	33	23	25	22	38	35	23	21	32	23	25	29	20	35	34	30	38	31	35	
38	24	26	39	32	Base (5)					Base (6)					Retardadores de flujo (12)										
25	26	24	33	28	33	35	34	25	28	31	23	25	40	41	41	35	20	40	35						
22	33	23	25	22	38	35	23	21	32	23	25	29	20	35	34	30	38	31	35						

Ensayo con el esclerómetro 19° Alcantarilla																									
Cabezal de entrada						Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)														
Cabezal de entrada (1)						Alero izquierdo entrada (2)					Alero derecho (8)														
44	42	40	34	35		28	20	38	34	39	29	28	28	24	26	25	33	32	32	32	32	29	28	34	34
29	40	28	26	22		35	38	31	30	31	22	38	36	33	28	42	45	35	38	28	Alero izquierdo (9)				
Alero izquierdo entrada (2)						Alero derecho entrada (3)					Muro lateral izquierdo (10)					Muro lateral derecho (11)									
28	20	38	34	39		26	29	24	25	25	28	36	33	39	32	20	30	30	27	38	38	33	37	20	22
35	38	31	30	31		31	33	36	38	20	Retardadores de flujo (12)														
33	32	38	36	35		35	33	32	32	32	35	39	32	34	35										
26	35	30	38	34		37	39	38	36	34	30	35	20	25	35										
Alero derecho entrada (3)						Dentellón (4)					Base (5)					Base (6)									
26	29	24	25	25	34	35	33	39	32	22	26	25	24	28	39	28	30	31	38	35	39	32	34	35	
31	33	36	38	20	29	33	33	35	26	38	36	30	25	22	24	28	24	25	27	30	35	20	25	35	
35	33	32	32	32	Base (5)					Base (6)					Retardadores de flujo (12)										
37	39	38	36	34	22	26	25	24	28	39	28	30	31	38	35	39	32	34	35						

Ensayo con el esclerómetro 20° Alcantarilla																									
Cabezal de entrada						Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)														
Cabezal de entrada (1)						Alero izquierdo entrada (2)					Alero derecho (8)														
35	22	36	38	33		26	24	28	29	39	25	26	28	35	30	35	36	20	34	20	22	24	25	38	35
45	40	30	39	34		22	38	32	34	35	20	36	38	31	35	Alero izquierdo (9)									
Alero izquierdo entrada (2)						Alero derecho entrada (3)					Muro lateral izquierdo (10)					Muro lateral derecho (11)									
26	24	28	29	39		21	28	26	24	26	35	39	31	30	30	35	30	31	30	26	35	39	31	30	30
22	38	32	34	35		35	26	28	24	22	36	30	30	35	32	Retardadores de flujo (12)									
28	36	34	36	28		25	35	25	36	32	34	30	35	39	30	35	39	25	42	41					
29	21	28	35	32		30	30	38	35	31	42	25	34	35	32	35	25	21	24	25					
Alero derecho entrada (3)						Dentellón (4)					Base (5)					Base (6)									
21	28	26	24	26	30	30	35	31	38	29	25	22	24	22	25	25	25	30	29	35	39	25	42	41	
35	26	28	24	22	35	34	30	39	31	30	35	39	24	35	38	22	28	28	26	35	25	21	24	25	
25	35	25	36	32	Base (5)					Base (6)					Retardadores de flujo (12)										
30	30	38	35	31	28	26	35	34	28	29	25	22	24	22	25	25	25	30	29	35	39	25	42	41	

Ensayo con el esclerómetro 21° Alcantarilla																									
Cabezal de entrada						Cabezal de salida					Pantalla de salida (7)														
Cabezal de entrada (1)						Alero izquierdo entrada (2)					Alero derecho (8)														
35	36	31	35	38		28	36	33	22	26	35	29	24	24	22	35	36	28	34	39	32	35	38	38	36
35	33	34	35	33		22	33	36	38	32	25	26	24	22	28	Alero izquierdo (9)									
Alero izquierdo entrada (2)						Alero derecho entrada (3)					Muro lateral izquierdo (10)					Muro lateral derecho (11)									
22	33	36	38	32		35	39	31	35	33	35	33	35	29	35	35	27	38	24	35	35	30	26	33	38
29	25	20	32	33		36	38	31	35	33	36	35	35	20	26	Dentellón (10)									
28	33	35	40	35		Dentellón (4)					Base (5)					Base (6)									
35	39	31	35	33		35	39	31	35	33	31	38	35	34	30	31	35	29	35	34	45	41	36	39	32
35	32	32	35	35		29	38	31	36	32	35	39	31	35	36	40	40	42	44	42	40	41	42	40	36
36	38	31	35	33	35	39	30	36	36	36	34	35	34	38	39	32	43	40	40						
32	32	31	35	33	32	32	36	35	32																

Ensayo con el esclerómetro 22° Alcantarilla										
Caja colector						Cabezal de salida				
Pantalla entrada (1)						Pantalla de salida (7)				
29	26	30	28	30		30	33	32	34	35
28	29	26	29	28		35	36	35	33	25
Muro izquierdo entrada (2)						Alero derecho (8)				
38	36	39	25	26		42	36	38	35	40
25	34	30	35	35		20	22	28	37	40
35	30	35	32	32		34	36	36	38	34
28	42	25	32	35		28	38	32	35	34
Muro derecho entrada (3)						Alero izquierdo (9)				
25	26	27	27	38	25	26	27	35	36	
22	25	24	37	26	28	29	30	32	30	
22	35	28	35	32	35	39	39	37	35	
28	35	38	36	34	35	34	30	34	30	
Muro de frente a la pantalla(4)					Dentellón (10)					
32	43	42	36	39	33	33	36	32	35	
31	35	39	34	30	35	34	36	37	30	
Base (5)					Base (6)					
30	35	28	30	35	35	36	31	38	40	
36	35	38	20	23	39	23	38	35	21	
					29	25	40	34	32	

Una vez finalizada las lecturas procesadas y sabiendo el promedio de las primeras lecturas por partes, procedemos a obtener el valor promedio de rebote (R).

Lecturas procesadas

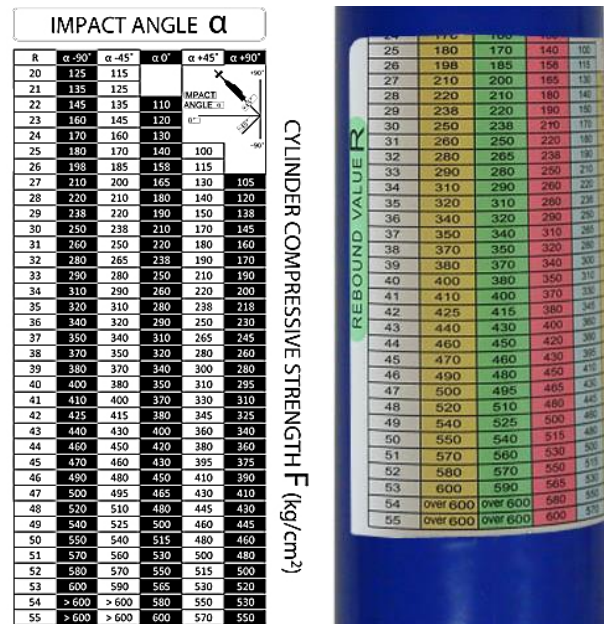
41	44	38	34	31
44	48	40	31	39
43	31	44	39	34
39	39	39	35	35

Promedio primeras lecturas:	20
Valor promedio de rebote (R):	38.40
Resistencia de la Esclerometria:	320.00 [Kg/cm ²]

Con este valor promedio de rebote obtenemos según la tabla los valores del accionar angular de la resistencia de la esclerometria kg/cm².

El accionar angular dará resultados intermedios.

Figura 3.20 Accionar angular del esclerómetro



Fuente: <https://civilgeeks.com/evaluacion-del-concreto-por-el-esclerometro>

En la siguiente planilla resumen se muestran los resultados de los disparos del esclerómetro en un ángulo a 0° como se indica.

Resumen de las lecturas del esclerómetro

Tabla 3.25 Resumen del promedio de rebote (R)

Alcant.	Progr.	Posición	Lecturas promedio Esclerómetro (R)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0+220	Hor.(0°)	31.30	35.60	36.40	35.20	36.60	38.40	36.90	34.90		
2	0+590	Hor.(0°)	36.20	37.30	36.00	36.30	38.10	36.10	38.15	35.45		
3	0+940	Hor.(0°)	35.40	34.75	34.80	31.05	29.60	27.75	33.05	33.15		
4	1+600	Hor.(0°)	26.40	31.80	32.30	30.65	25.20	26.75	29.55	35.70		
5	1+780	Hor.(0°)	34.90	34.50	30.65	32.60	36.70	29.85	26.60	32.20		
6	2+013	Hor.(0°)	37.40	35.40	34.25	27.95	32.90	29.35	26.75	31.45		
7	2+328	Hor.(0°)	31.30	27.55	29.85	29.75	26.70	25.50	32.80	27.50	33.60	35.70
8	2+500	Hor.(0°)	29.50	33.95	28.65	31.85	24.20	31.70	33.90	33.10	30.50	33.20
9	2+600	Hor.(0°)	29.40	31.55	30.05	31.80	30.20	34.10	26.40	34.30	34.30	33.40
10	2+800	Hor.(0°)	30.10	30.80	33.70	28.40	26.40	28.20	30.20	29.80	35.70	29.60
11	2+993	Hor.(0°)	27.30	34.65	32.10	31.80	29.60	29.90	34.30	33.40	34.20	38.30
12	3+142	Hor.(0°)	26.40	31.80	32.30	30.65	25.20	27.80	27.30	29.80	35.00	35.00
13	3+340	Hor.(0°)	28.50	27.95	30.10	32.65	30.90	31.60	32.20	26.70	32.10	29.70
14	3+720	Hor.(0°)	28.60	30.95	33.40	31.70	29.50	28.00	26.00	26.70	29.20	33.60
15	4+340	Hor.(0°)	25.20	32.90	37.70	27.95	34.90	32.35	30.00	33.65		
16	4+575	Hor.(0°)	31.00	29.70	30.45	29.40	30.80	32.05	28.75	33.40		
17	4+700	Hor.(0°)	36.70	31.45	29.35	28.35	31.80	30.70	26.75	33.05		
18	4+852	Hor.(0°)	27.50	32.35	29.40	29.60	30.90	27.70	30.20	34.50	32.70	33.90
19	4+950	Hor.(0°)	34.00	33.05	31.75	29.05	31.10	29.20	33.50	31.80	32.30	32.00
20	5+220	Hor.(0°)	35.20	30.70	28.85	32.15	28.90	30.40	30.20	32.80	33.60	31.20
21	5+527	Hor.(0°)	34.50	30.80	33.90	33.30	35.10	28.50	32.00	36.20		
22	5+760	Hor.(0°)	28.24	32.45	30.00	33.55	32.80	34.15	32.30	34.10		

En la siguiente planilla resumen se muestran los resultados de la esclerometria kg/Cm2 de cada una de las partes de la estructuras en un ángulo a 0° como se indica.

Alcant.	Resistencia del Hormigón Kg/Cm2									
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12
1	220.0	290.0	290.0	280.0	310.0	320.0	310.0	280.0		
2	290.0	310.0	290.0	290.0	320.0	290.0	320.0	280.0		
3	280.0	280.0	280.0	220.0	210.0	180.0	250.0	250.0		
4	158.0	238.0	238.0	220.0	140.0	165.0	210.0	290.0		
5	280.0	280.0	220.0	250.0	310.0	210.0	165.0	238.0		
6	310.0	280.0	260.0	180.0	250.0	190.0	165.0	220.0		
7	220.0	180.0	210.0	210.0	165.0	158.0	250.0	165.0	260.0	290.0
8	210.0	260.0	190.0	238.0	130.0	238.0	260.0	250.0	220.0	250.0
9	190.0	238.0	210.0	238.0	210.0	260.0	158.0	260.0	260.0	250.0
10	210.0	220.0	260.0	180.0	158.0	180.0	210.0	210.0	290.0	210.0
11	165.0	280.0	238.0	238.0	210.0	210.0	260.0	250.0	260.0	320.0
12	158.0	238.0	238.0	220.0	140.0	180.0	165.0	210.0	280.0	280.0
13	190.0	180.0	210.0	250.0	220.0	238.0	238.0	165.0	238.0	210.0
14	190.0	220.0	250.0	238.0	210.0	180.0	158.0	165.0	190.0	260.0
15	140.0	250.0	320.0	180.0	280.0	238.0	210.0	260.0		
16	220.0	210.0	210.0	190.0	220.0	238.0	190.0	250.0		
17	310.0	220.0	190.0	180.0	238.0	220.0	165.0	250.0		
18	180.0	238.0	190.0	210.0	220.0	180.0	210.0	280.0	250.0	260.0
19	260.0	250.0	238.0	190.0	220.0	190.0	260.0	238.0	238.0	238.0
20	280.0	220.0	190.0	238.0	190.0	210.0	210.0	250.0	260.0	220.0
21	280.0	220.0	260.0	250.0	280.0	180.0	238.0	290.0		
22	180.0	238.0	210.0	260.0	250.0	260.0	238.0	260.0		

Se muestra resumen de los resultados del promedio de rebote (R) y con su respectiva resistencia del hormigón (kg/cm2) en un ángulo de 90° como se indica.

Alcant.	Progr.	Posición	Lecturas (R)		Resistencia del Hormigón kg/cm2	
			1	2	1	2
1	0+220	Hor.(90°)		33.20		190.00
2	0+590	Hor.(90°)		36.20		230.00
3	0+940	Hor.(90°)		28.90		138.00
4	1+600	Hor.(90°)		27.60		120.00
5	1+780	Hor.(90°)	31.60	30.30	170.00	145.00
6	2+013	Hor.(90°)	34.00	33.40	200.00	190.00
7	2+328	Hor.(90°)		36.40		230.00
8	2+500	Hor.(90°)		33.00		190.00
9	2+600	Hor.(90°)		33.60		200.00
10	2+800	Hor.(90°)		30.80		160.00
11	2+993	Hor.(90°)		38.30		260.00
12	3+142	Hor.(90°)		28.00		120.00
13	3+340	Hor.(90°)		32.30		170.00
14	3+720	Hor.(90°)		36.00		230.00
15	4+340	Hor.(90°)	36.30	33.20	230.00	190.00
16	4+575	Hor.(90°)	28.00	28.30	120.00	120.00
17	4+700	Hor.(90°)	30.20	30.20	145.00	145.00
18	4+852	Hor.(90°)	30.40	29.20	145.00	138.00
19	4+950	Hor.(90°)	27.60	29.40	120.00	138.00
20	5+220	Hor.(90°)	28.50	27.60	138.00	120.00
21	5+527	Hor.(90°)	35.30	40.20	218.00	295.00
22	5+760	Hor.(90°)		33.60		200.00

3.8.3. Procedemos a la comparación de los resultados

Comparamos todos los resultados obtenidos por partes y vemos si cumplen o no según las especificaciones técnicas.

Alcant.	Progr.	Posición	Resistencia del Hormigón Ciclópeo kg/cm2	Resistencia del H°C° Kg/Cm2	Observación	Resistencia del H°C° Kg/Cm2	Observación	Resistencia del H°C° Kg/Cm2	Observación
				1		2		3	
1	0+220	Hor.(0°)	210.00	220.00	Cumple	290.00	Cumple	290.00	Cumple
2	0+590	Hor.(0°)	210.00	290.00	Cumple	310.00	Cumple	290.00	Cumple
3	0+940	Hor.(0°)	210.00	280.00	Cumple	280.00	Cumple	280.00	Cumple
4	1+600	Hor.(0°)	210.00	158.00	No cumple	238.00	Cumple	238.00	Cumple
5	1+780	Hor.(0°)	210.00	280.00	Cumple	280.00	Cumple	220.00	Cumple
6	2+013	Hor.(0°)	210.00	310.00	Cumple	280.00	Cumple	260.00	Cumple
7	2+328	Hor.(0°)	210.00	220.00	Cumple	180.00	No cumple	210.00	Cumple
8	2+500	Hor.(0°)	210.00	210.00	Cumple	260.00	Cumple	190.00	No cumple
9	2+600	Hor.(0°)	210.00	190.00	No cumple	238.00	Cumple	210.00	Cumple
10	2+800	Hor.(0°)	210.00	210.00	Cumple	220.00	Cumple	260.00	Cumple
11	2+993	Hor.(0°)	210.00	165.00	No cumple	280.00	Cumple	238.00	Cumple
12	3+142	Hor.(0°)	210.00	158.00	No cumple	238.00	Cumple	238.00	Cumple
13	3+340	Hor.(0°)	210.00	190.00	No cumple	180.00	No cumple	210.00	Cumple
14	3+720	Hor.(0°)	210.00	190.00	No cumple	220.00	Cumple	250.00	Cumple
15	4+340	Hor.(0°)	210.00	140.00	No cumple	250.00	Cumple	320.00	Cumple
16	4+575	Hor.(0°)	210.00	220.00	Cumple	210.00	Cumple	210.00	Cumple
17	4+700	Hor.(0°)	210.00	310.00	Cumple	220.00	Cumple	190.00	No cumple
18	4+852	Hor.(0°)	210.00	180.00	No cumple	238.00	Cumple	190.00	No cumple
19	4+950	Hor.(0°)	210.00	260.00	Cumple	250.00	Cumple	238.00	Cumple
20	5+220	Hor.(0°)	210.00	280.00	Cumple	220.00	Cumple	190.00	No cumple
21	5+527	Hor.(0°)	210.00	280.00	Cumple	220.00	Cumple	260.00	Cumple
22	5+760	Hor.(0°)	210.00	180.00	No cumple	238.00	Cumple	210.00	Cumple

Alcant.	Progr.	Posición	Resistencia del Hormigón Ciclópeo kg/cm2	Resistencia del H°C° Kg/Cm2	Observación	Resistencia del H°C° Kg/Cm2	Observación	Resistencia del H°C° Kg/Cm2	Observación
				4		7		8	
1	0+220	Hor.(0°)	210.00	280.00	Cumple	310.00	Cumple	320.00	Cumple
2	0+590	Hor.(0°)	210.00	290.00	Cumple	320.00	Cumple	290.00	Cumple
3	0+940	Hor.(0°)	210.00	220.00	Cumple	210.00	Cumple	180.00	No cumple
4	1+600	Hor.(0°)	210.00	220.00	Cumple	140.00	No cumple	165.00	No cumple
5	1+780	Hor.(0°)	210.00	250.00	Cumple	310.00	Cumple	210.00	Cumple
6	2+013	Hor.(0°)	210.00	180.00	No cumple	250.00	Cumple	190.00	No cumple
7	2+328	Hor.(0°)	210.00	210.00	Cumple	165.00	No cumple	158.00	No cumple
8	2+500	Hor.(0°)	210.00	238.00	Cumple	130.00	No cumple	238.00	Cumple
9	2+600	Hor.(0°)	210.00	238.00	Cumple	210.00	Cumple	260.00	Cumple
10	2+800	Hor.(0°)	210.00	180.00	No cumple	158.00	No cumple	180.00	No cumple
11	2+993	Hor.(0°)	210.00	238.00	Cumple	210.00	Cumple	210.00	Cumple
12	3+142	Hor.(0°)	210.00	220.00	Cumple	140.00	No cumple	180.00	No cumple
13	3+340	Hor.(0°)	210.00	250.00	Cumple	220.00	Cumple	238.00	Cumple
14	3+720	Hor.(0°)	210.00	238.00	Cumple	210.00	Cumple	180.00	No cumple
15	4+340	Hor.(0°)	210.00	180.00	No cumple	280.00	Cumple	238.00	Cumple
16	4+575	Hor.(0°)	210.00	190.00	No cumple	220.00	Cumple	238.00	Cumple
17	4+700	Hor.(0°)	210.00	180.00	No cumple	238.00	Cumple	220.00	Cumple
18	4+852	Hor.(0°)	210.00	210.00	Cumple	220.00	Cumple	180.00	No cumple
19	4+950	Hor.(0°)	210.00	190.00	No cumple	220.00	Cumple	190.00	No cumple
20	5+220	Hor.(0°)	210.00	238.00	Cumple	190.00	No cumple	210.00	Cumple
21	5+527	Hor.(0°)	210.00	250.00	Cumple	280.00	Cumple	180.00	No cumple
22	5+760	Hor.(0°)	210.00	260.00	Cumple	250.00	Cumple	260.00	Cumple

Alcant.	Progr.	Posición	Resistencia del Hormigón Ciclópeo kg/cm2	Resistencia del H°C°	Observación	Resistencia del H°C°	Observación	Resistencia del H°C°	Observación	Resistencia del H°C°	Observación
				9		10		11		12	
1	0+220	Hor.(0°)	210.00	310.00	Cumple	280.00	Cumple				
2	0+590	Hor.(0°)	210.00	320.00	Cumple	280.00	Cumple				
3	0+940	Hor.(0°)	210.00	250.00	Cumple	250.00	Cumple				
4	1+600	Hor.(0°)	210.00	210.00	Cumple	290.00	Cumple				
5	1+780	Hor.(0°)	210.00	165.00	No cumple	238.00	Cumple				
6	2+013	Hor.(0°)	210.00	165.00	No cumple	220.00	Cumple				
7	2+328	Hor.(0°)	210.00	250.00	Cumple	165.00	No cumple	260.00	Cumple	290.00	Cumple
8	2+500	Hor.(0°)	210.00	260.00	Cumple	250.00	Cumple	220.00	Cumple	250.00	Cumple
9	2+600	Hor.(0°)	210.00	158.00	No cumple	260.00	Cumple	260.00	Cumple	250.00	Cumple
10	2+800	Hor.(0°)	210.00	210.00	Cumple	210.00	Cumple	290.00	Cumple	210.00	Cumple
11	2+993	Hor.(0°)	210.00	260.00	Cumple	250.00	Cumple	260.00	Cumple	320.00	Cumple
12	3+142	Hor.(0°)	210.00	165.00	No cumple	210.00	Cumple	280.00	Cumple	280.00	Cumple
13	3+340	Hor.(0°)	210.00	238.00	Cumple	165.00	No cumple	238.00	Cumple	210.00	Cumple
14	3+720	Hor.(0°)	210.00	158.00	No cumple	165.00	No cumple	190.00	No cumple	260.00	Cumple
15	4+340	Hor.(0°)	210.00	210.00	Cumple	260.00	Cumple				
16	4+575	Hor.(0°)	210.00	190.00	No cumple	250.00	Cumple				
17	4+700	Hor.(0°)	210.00	165.00	No cumple	250.00	Cumple				
18	4+852	Hor.(0°)	210.00	210.00	Cumple	280.00	Cumple	250.00	Cumple	260.00	Cumple
19	4+950	Hor.(0°)	210.00	260.00	Cumple	238.00	Cumple	238.00	Cumple	238.00	Cumple
20	5+220	Hor.(0°)	210.00	210.00	Cumple	250.00	Cumple	260.00	Cumple	220.00	Cumple
21	5+527	Hor.(0°)	210.00	238.00	Cumple	290.00	Cumple				
22	5+760	Hor.(0°)	210.00	238.00	Cumple	260.00	Cumple				

Alcant.	Progr.	Posición	Resistencia del Hormigón Ciclópeo kg/cm2	Resistencia del H°C°	Observación	Resistencia del H°C°	Observación
				5		6	
1	0+220	Hor.(90°)	210.00			190.00	No cumple
2	0+590	Hor.(90°)	210.00			230.00	Cumple
3	0+940	Hor.(90°)	210.00			138.00	No cumple
4	1+600	Hor.(90°)	210.00			120.00	No cumple
5	1+780	Hor.(90°)	210.00	170.00	No cumple	145.00	No cumple
6	2+013	Hor.(90°)	210.00	200.00	No cumple	190.00	No cumple
7	2+328	Hor.(90°)	210.00			230.00	Cumple
8	2+500	Hor.(90°)	210.00			190.00	No cumple
9	2+600	Hor.(90°)	210.00			200.00	No cumple
10	2+800	Hor.(90°)	210.00			160.00	No cumple
11	2+993	Hor.(90°)	210.00			260.00	Cumple
12	3+142	Hor.(90°)	210.00			120.00	No cumple
13	3+340	Hor.(90°)	210.00			170.00	No cumple
14	3+720	Hor.(90°)	210.00			230.00	Cumple
15	4+340	Hor.(90°)	210.00	230.00	Cumple	190.00	No cumple
16	4+575	Hor.(90°)	210.00	120.00	No cumple	120.00	No cumple
17	4+700	Hor.(90°)	210.00	145.00	No cumple	145.00	No cumple
18	4+852	Hor.(90°)	210.00	145.00	No cumple	138.00	No cumple
19	4+950	Hor.(90°)	210.00	120.00	No cumple	138.00	No cumple
20	5+220	Hor.(90°)	210.00	138.00	No cumple	120.00	No cumple
21	5+527	Hor.(90°)	210.00	218.00	Cumple	295.00	Cumple
22	5+760	Hor.(90°)	210.00			200.00	No cumple

3.8.4. Drenaje longitudinal

Especificaciones técnicas

Ítem: Cunetas revestidas ($f'c=175 \text{ kg/cm}^2$)

Unidad: m³.

Descripción general

Se deben construir cunetas de concreto vaciado en el sitio, este trabajo consiste en el acondicionamiento y el recubrimiento con concreto de las cunetas del proyecto de acuerdo con las formas, dimensiones y en los sitios señalados en los planos o determinados por el supervisor. La construcción del revestimiento de cunetas, se realizará utilizando una mezcla de concreto de cemento Portland, según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos, además de los anexos que incluye la presente especificación en concordancia al EG-2000.

Descripción de los materiales

La mezcla de concreto tendrá, una resistencia a la compresión de ($f'c=175 \text{ kg/cm}^2$) y, su preparación, colocación y curado deberá cumplir con todo lo señalado del capítulo de obras de arte y drenaje de las especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras. Y el curado se debe hacer manteniéndolo húmedo por lo menos durante siete (7) días, cuando se construyan cunetas vaciadas en el sitio.

Concreto

El concreto será de clase definida en el proyecto o autorizado por el supervisor.

3.8.5. Ensayo no destructivo para drenaje longitudinal

De la misma manera para la evaluación estructural de las cunetas se tomó como datos de referencia especificaciones técnicas que indiquen la resistencia a compresión a la que estas deben estar.

Para el ensayo del esclerómetro se tomó como referencia a dos módulos de cada tramo y se hizo los disparos para obtener la resistencia del hormigón

En este caso aplicaremos menores puntos de disparo a la cuneta de sección en ele.

Los disparos del esclerómetro que optaremos son:

Lado derecho: 10 disparos

Lado izquierdo: 15 disparos

Figura 3.21 Puntos de disparo de un esclerómetro

1er Modulo				
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*

Fuente: Elaboración propia

Se empieza con una pequeña limpieza del hormigón y a dividir con tiza en diferentes partes y empezamos los disparos.

Figura 3.22 Disparos del esclerómetro



Fuente: Cámara fotográfica

Figura 3.23 Disparos del esclerómetro

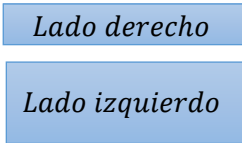


Fuente: Cámara fotográfica

El ensayo se efectúa apretando de la misma manera que realizamos en el drenaje transversal. Si no está el esclerómetro perfectamente perpendicular con la superficie nos dará un rebote menor.

Esquema de distribución de datos obtenidos por el esclerómetro para drenaje longitudinal

Figura 3.24 Esquema de disparos un modulo



Fuente: Elaboración propia

A continuación tenemos las planillas concluidas para el drenaje transversal.

1er Modulo	T R A M O 1	2do Modulo	T R A M O 8	1er Modulo	2do Modulo
28 29 24 25 28		26 33 32 32 35		30 28 28 28 25	30 29 30 30 29
29 28 26 24 28		34 33 35 29 34		31 32 28 26 32	32 28 33 30 29
30 28 31 30 30		34 29 28 27 29		30 33 28 28 27	33 30 28 27 29
32 30 30 28 28		34 30 30 32 26		28 34 34 26 30	30 29 30 28 27
32 30 32 29 34		28 34 26 33 34		34 33 36 28 28	30 32 29 32 33
1er Modulo		2do Modulo		1er Modulo	2do Modulo
34 36 32 35 33		23 25 27 30 29		26 27 26 29 27	30 28 27 27 29
31 35 30 32 29		28 28 24 25 30		26 25 25 33 30	30 33 30 32 28
24 30 28 28 24		28 31 33 28 28		28 29 27 27 26	28 27 28 30 28
28 30 29 28 25	28 33 34 34 26	26 33 30 33 35	26 32 32 30 29		
28 26 27 26 24	26 30 33 36 28	30 27 35 29 28	32 33 28 28 29		

Figura 3.25 Memorias fotográficas



Fuente: Cámara fotográfica

1er Modulo	T R A M O 3	2do Modulo	T R A M O 10	1er Modulo	2do Modulo
35 36 36 28 28		28 29 33 30 35		30 28 28 25 29	29 25 26 28 29
28 27 34 30 28		28 29 33 31 34		31 34 28 27 29	33 30 30 28 28
30 28 34 28 28		29 27 26 30 30		26 27 27 28 30	25 30 29 28 24
35 28 28 30 27		33 30 32 33 34		28 30 32 32 30	26 30 33 28 33
27 36 29 34 29		27 35 33 32 26		34 33 26 30 30	33 35 34 29 28

1er Modulo	T R A M O 4	2do Modulo	1er Modulo	T R A M O 11	2do Modulo
29 30 30 29 30 29 30 31 28 30		29 30 29 29 30 33 30 30 30 30	29 29 28 29 29 36 36 35 30 28		30 28 26 26 29 28 33 30 27 30
30 29 34 30 28 36 35 34 27 34 30 26 35 30 30	T R A M O 5	2do Modulo	1er Modulo	T R A M O 12	2do Modulo
30 29 31 30 29 27 30 28 27 34		29 30 30 30 28 29 31 31 32 34 33 26 26 26 27	28 29 30 28 29 36 30 30 28 29 30 33 34 29 30		30 29 30 30 29 35 33 36 28 29
30 26 27 35 35 28 28 30 27 30 34 29 30 30 29	T R A M O 13	2do Modulo	1er Modulo	T R A M O 14	2do Modulo
30 32 32 29 30 28 27 29 27 26		30 33 32 35 35 30 30 32 32 30 30 30 28 29 29	28 29 28 27 29 28 28 30 28 30 34 35 36 30 29		25 26 27 29 30 26 28 26 25 26 33 32 34 34 34

Figura 3.26 Memorias fotográficas



Fuente: Cámara fotográfica

1er Modulo	T R A M O 6	2do Modulo	1er Modulo	T R A M O 13	2do Modulo
32 30 33 34 34 30 28 26 35 35		25 35 33 36 29 30 29 31 30 28	29 36 33 35 34 20 31 30 33 29		29 28 26 25 32 32 32 35 28 31
28 26 26 34 30 35 34 35 35 30 28 29 31 28 30	T R A M O 7	2do Modulo	1er Modulo	T R A M O 14	2do Modulo
27 33 33 29 30 29 34 34 35 29 33 32 30 29 28		28 31 32 32 30 35 34 32 33 30 29 35 36 30 30	28 25 30 34 27 26 35 35 34 26 28 31 32 35 26		29 28 33 32 33 26 33 30 31 32 32 33 32 33 35
36 30 35 28 30 28 30 29 28 30	T R A M O 15	2do Modulo	1er Modulo	T R A M O 22	2do Modulo
30 29 28 30 29 28 27 27 26 33 35 29 33 30 35		33 29 30 30 29 35 35 29 28 30	30 28 28 29 30 29 33 32 33 31		30 29 30 30 29 30 27 33 30 31
28 32 33 35 36 32 29 29 36 29	T R A M O 15	2do Modulo	1er Modulo	T R A M O 22	2do Modulo
28 32 33 35 36 32 29 29 36 29		29 32 33 30 26 34 33 36 33 30	29 28 28 29 30 35 33 28 28 30		26 29 32 33 35 33 30 29 28 34
32 33 35 36 28 28 36 28 36 33 29 30 28 28 29	T R A M O 15	2do Modulo	1er Modulo	T R A M O 22	2do Modulo
32 33 35 36 28 28 36 28 36 33 29 30 28 28 29		30 34 35 29 30 29 33 36 33 33 36 28 36 28 33	33 36 35 34 28 28 30 33 33 30 34 33 30 30 29		32 30 30 28 27 33 33 31 32 28 26 30 29 33 36

1er Modulo		2do Modulo		1er Modulo		2do Modulo
29 33 33 36 28	T R A	30 33 31 32 29	M O	32 36 33 30 28	T R A	29 29 28 28 27
30 29 33 33 28		37 35 34 32 31		27 28 29 27 35		28 33 30 30 30
30 26 35 32 36	M O	32 29 33 35 35	16	28 26 28 30 35	M O	29 28 28 33 28
30 28 35 27 28		33 30 34 35 28		26 31 32 33 27		30 28 33 32 32
28 28 28 36 36		33 36 28 27 33		33 27 26 29 30		33 31 31 32 32
1er Modulo		2do Modulo		1er Modulo		2do Modulo
35 36 33 30 32	T R A	29 33 28 32 30	M O	28 28 27 30 29	T R A	29 29 28 28 27
26 26 26 32 35		33 29 29 35 31		28 31 28 30 29		33 29 34 31 32
28 26 34 35 27	M O	29 28 31 28 32	17	27 30 29 33 30	M O	28 29 27 27 28
28 28 34 26 33		27 26 28 25 27		27 30 30 30 25		27 28 29 28 29
34 32 35 34 28		32 33 28 35 33		28 28 27 31 29		31 32 32 33 29
1er Modulo		2do Modulo		1er Modulo		2do Modulo
29 28 28 29 29	T R A	25 32 35 35 28	M O	29 33 28 33 29	T R A	28 29 28 27 29
32 30 32 28 28		32 32 25 32 20		28 29 28 32 28		31 31 30 33 30
32 36 36 30 28	M O	27 32 27 32 34	18	28 28 29 28 29	M O	27 28 29 30 28
27 33 28 29 28		35 29 28 27 34		33 29 29 27 28		29 32 30 33 32
33 28 30 29 29		35 32 32 29 29		30 28 31 31 27		28 30 30 30 29

Figura 3.26 Memorias fotográficas



Fuente: Cámara fotográfica

1er Modulo		2do Modulo		1er Modulo		2do Modulo
29 28 28 27 33	T R A	28 31 28 31 28	M O	30 28 28 28 32	T R A	28 29 29 30 29
35 34 35 35 33		27 30 30 33 29		29 28 28 33 32		33 35 34 36 33
35 35 36 36 35	M O	35 33 32 36 28	19	29 28 29 28 27	M O	28 28 28 26 28
28 28 33 35 34		35 33 33 34 33		28 33 30 28 27		29 33 32 35 27
30 32 32 28 26		31 36 28 32 28		29 29 30 28 29		29 28 27 31 33
1er Modulo		2do Modulo		1er Modulo		2do Modulo
33 28 29 30 26	T R A	29 30 28 29 29	M O	29 28 29 28 29	T R A	29 29 28 27 27
36 28 29 32 28		29 27 31 28 29		29 30 32 31 27		33 33 33 28 27
33 35 38 33 34	M O	28 36 30 33 30	20	29 33 35 26 27	M O	28 29 31 33 26
36 36 36 29 35		32 32 28 33 34		26 31 32 32 26		26 32 32 31 30
29 32 35 28 32		32 33 33 30 29		30 33 35 33 32		27 35 35 32 33
1er Modulo		2do Modulo		1er Modulo		2do Modulo
29 28 27 29 28	T R A	29 30 32 36 29	M O	30 32 31 27 26	T R A	29 28 30 27 27
30 33 32 32 33		28 27 30 33 28		29 27 30 30 29		31 31 30 34 29
29 35 36 34 34	M O	25 30 32 30 29	21	29 30 28 28 27	M O	31 27 28 28 29
28 28 28 35 30		29 28 26 35 27		28 33 30 32 26		32 30 32 34 28
34 29 30 30 29		34 28 35 35 36		26 28 29 28 33		30 33 33 26 30

1er Modulo		2do Modulo		1er Modulo		2do Modulo
28 30 32 32 29	T R A M O 29	32 28 29 28 29	T R A M O 32	30 28 28 26 29	T R A M O 32	33 30 29 28 29
29 28 29 36 36		33 38 34 35 33		29 28 28 28 33		29 32 32 29 35
31 32 33 28 29		32 30 32 29 35		33 31 28 29 29		31 30 33 28 29
28 28 33 33 36		33 29 36 27 28		28 28 30 29 30		30 29 30 33 29
33 28 33 28 29		33 28 32 28 35		27 29 30 28 29		34 33 28 28 29
1er Modulo		2do Modulo		1er Modulo		2do Modulo
29 33 33 35 32		29 28 29 28 29		29 28 29 28 27		29 28 30 31 33
32 30 29 28 29		33 28 29 33 32		30 28 33 30 29		33 31 35 33 30
33 33 28 27 26		27 29 26 25 36		30 28 29 28 27		27 26 30 30 26
36 28 29 28 28		36 33 27 36 28		30 27 27 31 30		35 32 33 32 34
29 33 28 36 29	29 36 28 29 34	33 29 28 31 29	27 33 32 32 33			
1er Modulo		2do Modulo		1er Modulo		2do Modulo
29 36 28 30 28	T R A M O 30	30 28 33 29 29	T R A M O 31	29 28 29 28 27	T R A M O 33	33 31 35 33 30
29 36 34 35 29		36 36 27 28 30		30 28 33 30 29		33 31 35 33 30
28 36 33 28 35		36 29 28 29 33		30 28 29 28 27		27 26 30 30 26
31 35 35 29 26		29 33 33 32 28		30 27 27 31 30		35 32 33 32 34
32 32 33 34 29		28 27 35 32 27		33 29 28 31 29		27 33 32 32 33

Una vez finalizada las lecturas procesadas y con el promedio de las primeras lecturas, procedemos a obtener el valor promedio de rebote (R).


Lecturas procesadas

30	28	31	30	30
32	30	30	28	28
32	30	32	29	34

Promedio 10 primeras lecturas:	15
Valor promedio de rebote (R):	30.267
Resistencia de la Esclerometria:	170.00 [Kg/cm ²]

Con este valor promedio de rebote obtenemos según la tabla ángulo (45°) los valores del accionar angular de la resistencia de la esclerometria kg/cm².

R	α -90°	α -45°	α 0°	α +45°	α +90°
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218



En la siguiente planilla resumen se muestran los resultados de los disparos del esclerómetro en un ángulo a 45° como se indica.

3.8.6. Resumen de las lecturas del esclerómetro

Tramo N°	Prog.	Posición	Modulo 1	Modulo 2	Tramo N°	Prog.	Posición	Modulo 1	Modulo 2
1	0+220	Hor. (45°)	26.9	32.3	18	3+590	Hor. (45°)	28.8	30.0
	0+590	Hor. (45°)	30.3	30.3		3+700	Hor. (45°)	30.5	29.8
2	0+590	Hor. (45°)	32.7	26.9	19	3+930	Hor. (45°)	27.4	29.4
	0+940	Hor. (45°)	27.0	30.4		4+160	Hor. (45°)	29.5	29.3
3	0+940	Hor. (45°)	31.0	31.0	20	4+340	Hor. (45°)	28.9	28.6
	1+600	Hor. (45°)	30.1	30.5		4+575	Hor. (45°)	29.5	29.7
4	1+010	Hor. (45°)	29.6	30.0	21	4+390	Hor. (45°)	30.9	28.7
	1+540	Hor. (45°)	31.2	29.5		4+540	Hor. (45°)	30.2	30.9
5	1+600	Hor. (45°)	29.5	29.0	22	4+575	Hor. (45°)	29.5	30.9
	1+780	Hor. (45°)	29.9	31.0		4+700	Hor. (45°)	29.9	29.0
6	1+780	Hor. (45°)	31.7	30.6	23	4+600	Hor. (45°)	31.0	29.8
	2+013	Hor. (45°)	30.6	31.0		4+689	Hor. (45°)	30.1	31.5
7	2+013	Hor. (45°)	30.4	30.8	24	4+700	Hor. (45°)	30.3	29.9
	2+328	Hor. (45°)	29.9	31.8		4+852	Hor. (45°)	30.1	29.8
8	2+328	Hor. (45°)	31.9	31.6	25	4+852	Hor. (45°)	29.8	30.9
	2+500	Hor. (45°)	31.3	32.2		4+950	Hor. (45°)	31.7	30.5
9	2+500	Hor. (45°)	31.2	32.4	26	4+990	Hor. (45°)	30.5	29.2
	2+600	Hor. (45°)	30.9	32.1		5+160	Hor. (45°)	29.4	30.7
10	2+600	Hor. (45°)	31.1	30.9	27	4+950	Hor. (45°)	28.8	30.0
	2+800	Hor. (45°)	30.8	29.5		5+220	Hor. (45°)	28.9	29.1
11	2+800	Hor. (45°)	29.3	29.6	28	5+220	Hor. (45°)	29.7	29.6
	2+993	Hor. (45°)	30.4	30.8		5+527	Hor. (45°)	29.0	29.7
12	2+293	Hor. (45°)	31.7	29.5	29	5+234	Hor. (45°)	29.6	31.6
	3+142	Hor. (45°)	32.2	32.5		5+340	Hor. (45°)	28.8	29.5
13	3+142	Hor. (45°)	29.9	28.9	30	5+340	Hor. (45°)	29.2	29.4
	3+340	Hor. (45°)	33.4	31.5		5+684	Hor. (45°)	30.7	30.7
14	3+340	Hor. (45°)	30.1	30.2	31	5+527	Hor. (45°)	29.1	29.6
	3+720	Hor. (45°)	31.3	30.6		5+760	Hor. (45°)	29.0	30.1
15	3+720	Hor. (45°)	30.9	31.9	32	5+760	Hor. (45°)	28.7	30.6
	4+340	Hor. (45°)	30.8	31.1		5+454	Hor. (45°)	29.2	30.3
16	3+022	Hor. (45°)	31.0	29.8	33	5+760	Hor. (45°)	29.1	31.3
	3+127	Hor. (45°)	30.1	30.6		6+220	Hor. (45°)	29.1	30.8
17	3+338	Hor. (45°)	31.4	30.6					
	3+460	Hor. (45°)	31.7	30.6					

En la siguiente planilla resumen se muestran los resultados de la esclerometria kg/Cm2 de en un ángulo a 45° como se indica.

Resistencia del hormigón kg/cm ²									
Tramo N°	Prog.	Posición	Modulo 1	Modulo 2	Tramo N°	Prog.	Posición	Modulo 1	Modulo 2
1	0+220	Hor. (45°)	130	190	18	3+590	Hor. (45°)	150	170
	0+590	Hor. (45°)	170	170		3+700	Hor. (45°)	180	170
2	0+590	Hor. (45°)	210	130	19	3+930	Hor. (45°)	140	150
	0+940	Hor. (45°)	130	180		4+160	Hor. (45°)	170	150
3	0+940	Hor. (45°)	180	180	20	4+340	Hor. (45°)	150	150
	1+600	Hor. (45°)	170	180		4+575	Hor. (45°)	170	170
4	1+010	Hor. (45°)	170	190	21	4+390	Hor. (45°)	150	150
	1+540	Hor. (45°)	180	170		4+540	Hor. (45°)	170	180
5	1+600	Hor. (45°)	170	150	22	4+575	Hor. (45°)	170	180
	1+780	Hor. (45°)	170	180		4+700	Hor. (45°)	170	150
6	1+780	Hor. (45°)	190	180	23	4+600	Hor. (45°)	180	170
	2+013	Hor. (45°)	180	180		4+689	Hor. (45°)	170	190
7	2+013	Hor. (45°)	180	180	24	4+700	Hor. (45°)	170	180
	2+328	Hor. (45°)	170	190		4+852	Hor. (45°)	170	180
8	2+328	Hor. (45°)	190	190	25	4+852	Hor. (45°)	170	190
	2+500	Hor. (45°)	180	190		4+950	Hor. (45°)	190	180
9	2+500	Hor. (45°)	180	190	26	4+990	Hor. (45°)	180	170
	2+600	Hor. (45°)	180	190		5+160	Hor. (45°)	170	180
10	2+600	Hor. (45°)	190	180	27	4+950	Hor. (45°)	150	170
	2+800	Hor. (45°)	180	170		5+220	Hor. (45°)	150	150
11	2+800	Hor. (45°)	170	170	28	5+220	Hor. (45°)	170	170
	2+993	Hor. (45°)	170	180		5+527	Hor. (45°)	150	170
12	2+293	Hor. (45°)	190	170	29	5+234	Hor. (45°)	170	190
	3+142	Hor. (45°)	190	210		5+340	Hor. (45°)	150	180
13	3+142	Hor. (45°)	170	150	30	5+340	Hor. (45°)	150	180
	3+340	Hor. (45°)	220	190		5+684	Hor. (45°)	180	190
14	3+340	Hor. (45°)	170	170	31	5+527	Hor. (45°)	150	170
	3+720	Hor. (45°)	180	180		5+760	Hor. (45°)	180	170
15	3+720	Hor. (45°)	180	190	32	5+760	Hor. (45°)	150	180
	4+340	Hor. (45°)	180	180		5+454	Hor. (45°)	150	170
16	3+022	Hor. (45°)	180	170	33	5+760	Hor. (45°)	150	180
	3+127	Hor. (45°)	170	180		6+220	Hor. (45°)	150	180
17	3+338	Hor. (45°)	180	180					
	3+460	Hor. (45°)	190	180					

3.8.7. Procedemos a la comparación de los resultados

Comparamos todos los resultados obtenidos si cumplen o no según las especificaciones técnicas.

Tramo N°	Prog.	Posición	Lecturas (R)	f'c kg/cm ²	Observación	Lecturas (R)	f'c kg/cm ²	Observación
			Modulo 1			Modulo 2		
1	0+220	Hor. (45°)	130.0	175.00	No cumple	190.0	175.00	Cumple
	0+590	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	170.0	175.00	No cumple
2	0+590	Hor. (45°)	210.0	175.00	Cumple	130.0	175.00	No cumple
	0+940	Hor. (45°)	130.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
3	0+940	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	180.0	175.00	Cumple
	1+600	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
4	1+010	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	190.0	175.00	Cumple
	1+540	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	170.0	175.00	No cumple
5	1+600	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	150.0	175.00	No cumple
	1+780	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple

Tramo N°	Prog.	Posición	Lecturas (R)	f'c kg/cm2	Observación	Lecturas (R)	f'c kg/cm2	Observación
			Modulo 1			Modulo 2		
6	1+780	Hor. (45°)	190.0	175.00	Cumple	180.0	175.00	Cumple
	2+013	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	180.0	175.00	Cumple
7	2+013	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	180.0	175.00	Cumple
	2+328	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	190.0	175.00	Cumple
8	2+328	Hor. (45°)	190.0	175.00	Cumple	190.0	175.00	Cumple
	2+500	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	190.0	175.00	Cumple
9	2+500	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	190.0	175.00	Cumple
	2+600	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	190.0	175.00	Cumple
10	2+600	Hor. (45°)	190.0	175.00	Cumple	180.0	175.00	Cumple
	2+800	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	170.0	175.00	No cumple
11	2+800	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	170.0	175.00	No cumple
	2+993	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
12	2+293	Hor. (45°)	190.0	175.00	Cumple	170.0	175.00	No cumple
	3+142	Hor. (45°)	190.0	175.00	Cumple	210.0	175.00	Cumple
13	3+142	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	150.0	175.00	No cumple
	3+340	Hor. (45°)	220.0	175.00	Cumple	190.0	175.00	Cumple
14	3+340	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	170.0	175.00	No cumple
	3+720	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	180.0	175.00	Cumple
15	3+720	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	190.0	175.00	Cumple
	4+340	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	180.0	175.00	Cumple
16	3+022	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	170.0	175.00	No cumple
	3+127	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
17	3+338	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	180.0	175.00	Cumple
	3+460	Hor. (45°)	190.0	175.00	Cumple	180.0	175.00	Cumple
18	3+590	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	170.0	175.00	No cumple
	3+700	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	170.0	175.00	No cumple
19	3+930	Hor. (45°)	140.0	175.00	No cumple	150.0	175.00	No cumple
	4+160	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	150.0	175.00	No cumple
20	4+340	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	150.0	175.00	No cumple
	4+575	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	170.0	175.00	No cumple
21	4+390	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	150.0	175.00	No cumple
	4+540	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
22	4+575	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
	4+700	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	150.0	175.00	No cumple
23	4+600	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	170.0	175.00	No cumple
	4+689	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	190.0	175.00	Cumple
24	4+700	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
	4+852	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
25	4+852	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	190.0	175.00	Cumple
	4+950	Hor. (45°)	190.0	175.00	Cumple	180.0	175.00	Cumple
26	4+990	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	170.0	175.00	No cumple
	5+160	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
27	4+950	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	170.0	175.00	No cumple
	5+220	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	150.0	175.00	No cumple
28	5+220	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	170.0	175.00	No cumple
	5+527	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	170.0	175.00	No cumple
29	5+234	Hor. (45°)	170.0	175.00	No cumple	190.0	175.00	Cumple
	5+340	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
30	5+340	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
	5+684	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	190.0	175.00	Cumple
31	5+527	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
	5+760	Hor. (45°)	180.0	175.00	Cumple	170.0	175.00	No cumple
32	5+760	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
	5+454	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	170.0	175.00	No cumple
33	5+760	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple
	6+220	Hor. (45°)	150.0	175.00	No cumple	180.0	175.00	Cumple

3.9. RESULTADOS DEL GRADO DE DETERIORO Y LOS DAÑOS FÍSICOS

3.9.1. Resúmenes de diferentes procesos metodológicos

3.9.1.1. Resumen alcantarillas A.B.C.

Tabla 3.26 Planilla resumen evaluación ABC

N°	Código	Descripción	Progresiva	Ancho o Diámetro mts.	Largo mts.	N° de celdas	Grado de deterioro
1	TM	Tubo metálico	0+220	0.90	12.60	1	1
2	TM	Tubo metálico	0+590	0.90	11.59	1	1
3	TM	Tubo metálico	0+940	0.90	11.48	1	1
4	TM	Tubo metálico	1+600	0.90	11.59	1	4
5	TM	Tubo metálico	1+780	1.45	20.80	1	4
6	TM	Tubo metálico	2+013	1.95	19.00	1	2
7	TM	Tubo metálico	2+328	0.90	14.50	1	3
8	TM	Tubo metálico	2+500	0.90	11.72	1	2
9	TM	Tubo metálico	2+600	0.90	15.00	1	3
10	TM	Tubo metálico	2+800	0.90	11.83	1	3
11	TM	Tubo metálico	2+993	0.90	15.50	1	5
12	TM	Tubo metálico	3+142	0.90	14.80	1	3
13	TM	Tubo metálico	3+340	0.90	14.41	1	4
14	TM	Tubo metálico	3+720	0.90	14.80	1	3
15	TM	Tubo metálico	4+340	1.20	14.80	1	4
16	TM	Tubo metálico	4+575	1.20	14.50	1	4
17	TM	Tubo metálico	4+700	1.20	15.35	1	4
18	TM	Tubo metálico	4+852	1.20	13.93	1	3
19	TM	Tubo metálico	4+950	1.20	19.37	1	4
20	TM	Tubo metálico	5+220	0.90	20.80	1	2
21	TM	Tubo metálico	5+527	1.40	22.99	1	3
22	TM	Tubo metálico	5+760	0.90	11.99	1	4

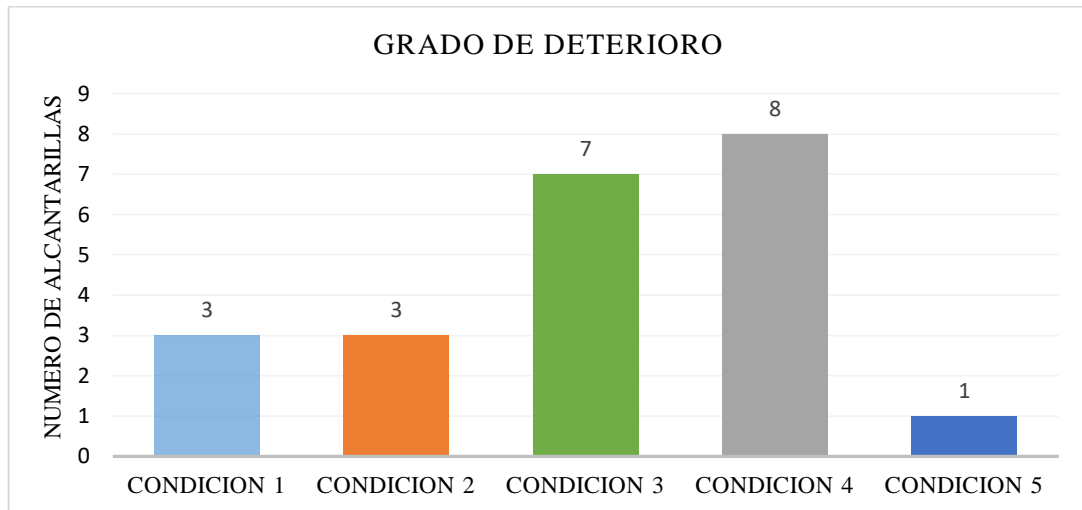
Se puede notar que la mayoría de las alcantarillas están en diferentes condiciones de uso según sus grados de deterioro en el momento que se ha realizado la evaluación realizado en abril de 2019.

Tabla 3.27 Resumen general alcantarillas

Sección de control	Grado de deterioro					Total
	Condición 1	Condición 2	Condición 3	Condición 4	Condición 5	
Numero	3	3	7	8	1	22
Porcentajes	14%	14%	31%	36%	5%	100%

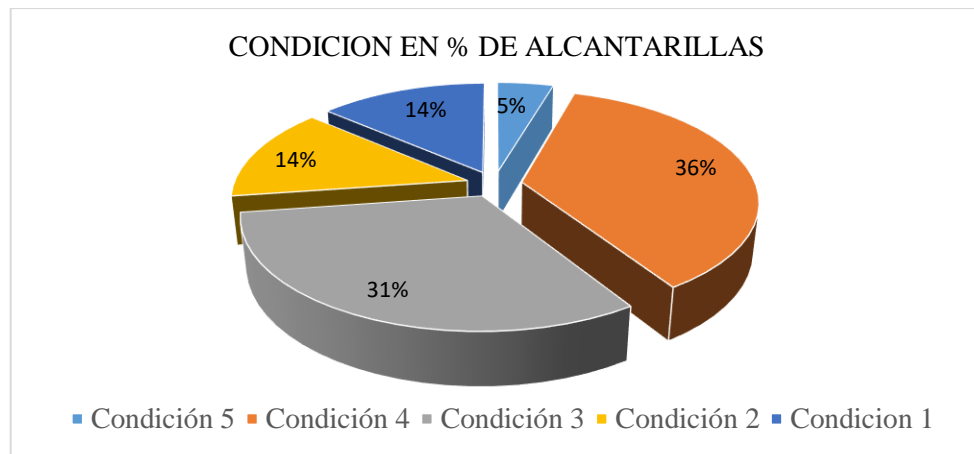
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.27 Alcantarillas según su grado de deterioro



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.28 Condiciones en porcentaje



Fuente: Elaboración propia

3.9.1.2. Resumen cunetas

Tabla 3.28 Planilla resumen evaluación ABC

N°	Descripción	Prog. inicial	Prog. final	Código	Long. izq. (km)	Long. der (km)	Ancho o dimensión (mts).	Grado de deterioro
1	Cuneta revestida	0+000	1+110	CR		1110	0.4*(0.4-1.2)	3
2	Cuneta revestida	1+010	1+540	CR	530		0.4*(0.8-1.2)	3
3	Cuneta revestida	1+340	1+740	CR		400	0.4*(0.8-1.2)	3
4	Cuneta revestida	1+861	1+995	CR	134		0.4*0.8	2
5	Cuneta revestida	1+880	2+010	CR		130	0.4*0.8	5
6	Cuneta revestida	2+080	4+290	CR	2210		0.4*1.2	4
7	Cuneta revestida	3+022	3+127	CR		105	0.4*1.2	3
8	Cuneta revestida	3+338	3+460	CR		122	0.4*0.4	3
9	Cuneta revestida	3+590	3+700	CR		110	0.4*(0.8-1.2)	1
10	Cuneta revestida	3+930	4+160	CR		230	0.4*1.2	4
11	Cuneta revestida	4+360	4+560	CR	200		0.4*1.2	3
12	Cuneta revestida	4+390	4+540	CR		150	0.4*1.2	3
13	Cuneta revestida	4+580	4+700	CR	120		0.4*1.2	3
14	Cuneta revestida	4+600	4+689	CR		89	0.4*1.2	3
15	Cuneta revestida	4+710	4+800	CR	90		0.4*1.2	3
16	Cuneta revestida	4+800	4+802	CR	2		0.4*1.2	1
17	Cuneta revestida	4+802	4+845	CR	43		0.4*1.2	3
18	Cuneta revestida	4+975	5+200	CR	225		0.4*1.2	4
19	Cuneta revestida	4+990	5+160	CR		170	0.4*1.2	3
20	Cuneta revestida	5+229	5+300	CR	71		0.4*1.2	3
21	Cuneta revestida	5+300	5+314	CR	14		0.4*1.2	1
22	Cuneta revestida	5+314	5+454	CR	140		0.4*1.2	3
23	Cuneta revestida	5+234	5+340	CR		106	0.4*1.2	3
24	Cuneta revestida	5+340	5+370	CR		30	0.4*1.2	1
25	Cuneta revestida	5+370	5+456	CR		86	0.4*1.2	2
26	Cuneta revestida	5+550	5+638	CR		88	0.4*1.2	2
27	Cuneta revestida	5+638	5+640	CR		2	0.4*1.2	1
28	Cuneta revestida	5+640	5+684	CR		44	0.4*1.2	3
29	Cuneta revestida	5+540	6+220	CR	680		0.4*1.2	4
30	Cuneta revestida	5+760	6+220	CR		460	0.4*(0.8-1.2)	1
Suma total longitud					4459	3432		
Total cunetas (Km)						7891		

Fuente: Elaboración formulario ABC

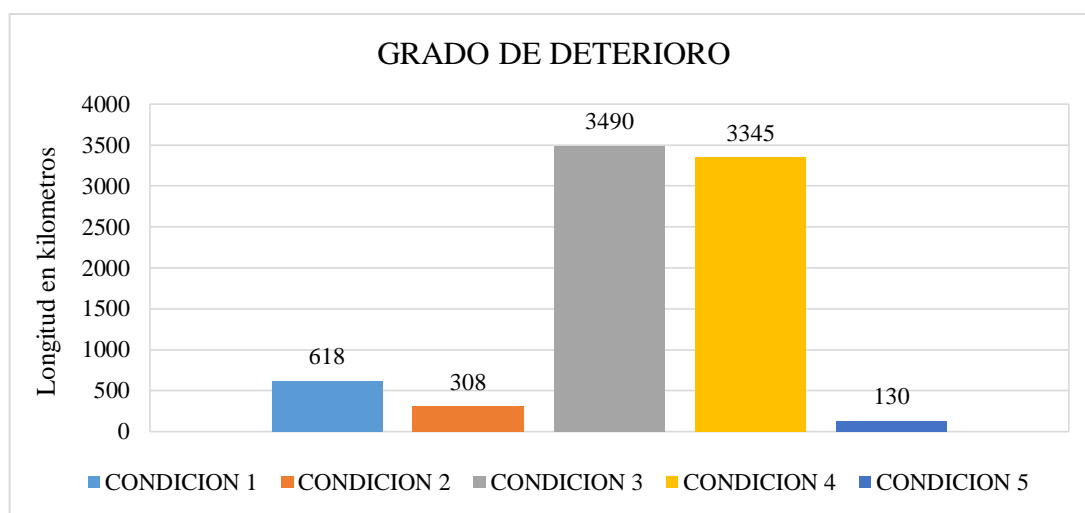
Como se puede ver en el cuadro resumen se puede verificar que la mayoría de las cunetas del tramo Puerta El Chaco – Carlazo se encuentran con diferente grado de deterioro.

Tabla 3.29 Resumen general cunetas

Sección de control	Grado de deterioro					Total
	Condición 1	Condición 2	Condición 3	Condición 4	Condición 5	
Tramo km.	618	308	3490	3345	130	7891
N° tramos	6	3	16	4	1	30
Porcentajes	8%	4%	44%	42%	2%	100%

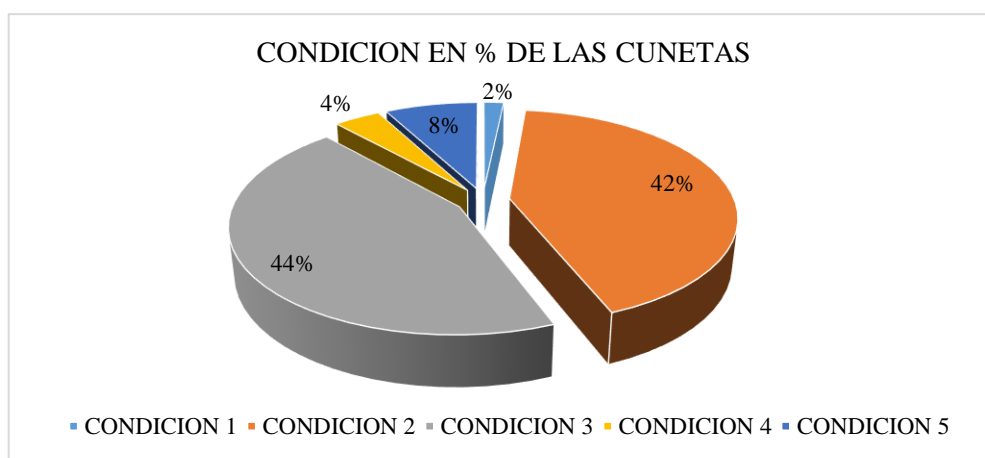
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.29 Cunetas según su grado de deterioro



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.30 Condiciones en porcentaje

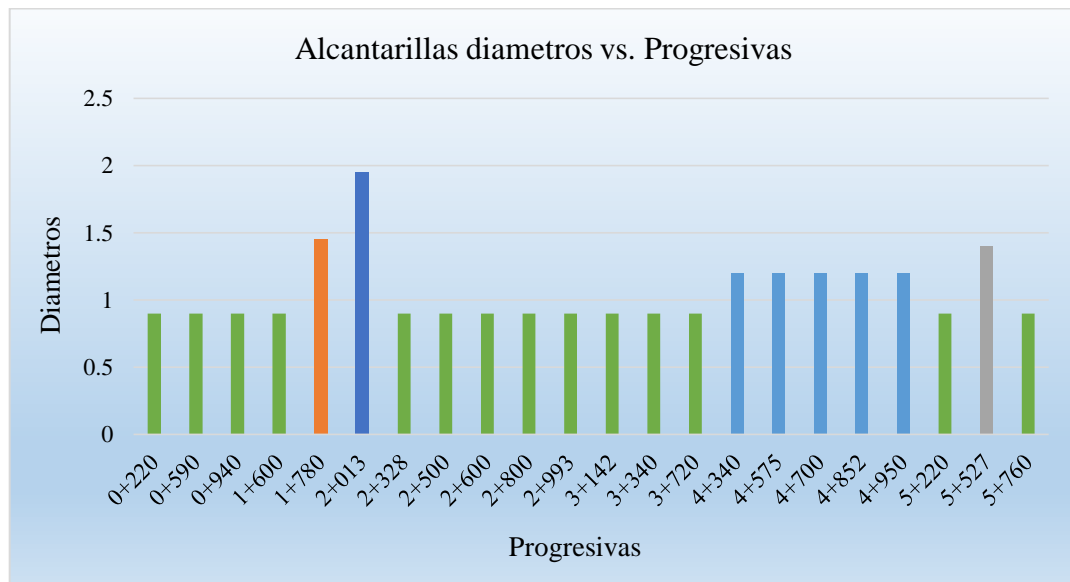


3.9.2. Metodología Cornero

Una vez concluido el inventario y la evaluación según su grado de deterioro se procedió a realizar la evaluación hidráulica y estructural de cada una de las alcantarillas aplicando el método del libro Msc Ing. Guillermo Cornero

En este trabajo solo se toma en cuenta las alcantarillas

Figura 3.31 Alcantarillas diámetros vs progresivas



Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación hidráulica y estructural se ha tomado una condición de acuerdo al tipo de alcantarilla de acuerdo al siguiente detalle:

Código 01 Alcantarilla sección rectangular

Código 02 Alcantarilla porticada

Código 03 Tubería de hormigón

Código 04 Alcantarilla de tubería de chapa o abovedados

Código 05 Bóveda

Código 06 Badenes

3.9.3. Información obtenida de la evaluación de cada una de las alcantarillas del tramo

A continuación se presentan los datos obtenidos a cada elemento que fue incluido en el presente trabajo de inventario y evaluación.

Los datos se presentaran para cada elemento en una tabla por separado, tal y como se presentan en los formularios.

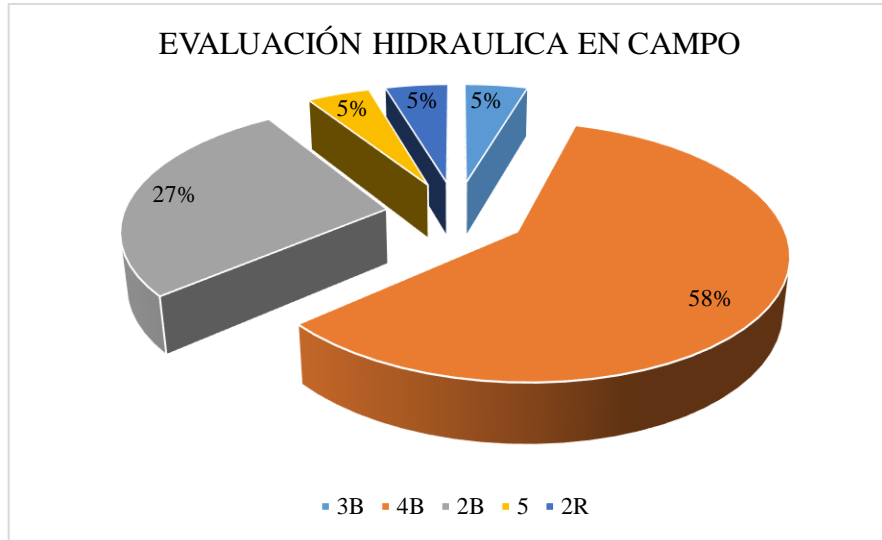
Tabla 3.30 Resumen de la evaluación hidráulica y estructural

N°	Código tipo de alcant.	Sección	Prog.	Tipo		Características		Evaluación	
				Estructura	Material	Diam. mts.	Long. mts.	Hidráulica	Estructural
1	04	Circular	0+220	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	12.60	3B	3
2	04	Circular	0+590	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	11.59	4B	3
3	04	Circular	0+940	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	11.48	2B	3
4	04	Circular	1+600	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	11.59	5	3
5	04	Circular	1+780	Alcantarilla	Chapa corrugada	1.45	20.80	5	4
6	04	Circular	2+013	Alcantarilla	Chapa corrugada	1.95	19.00	4B	2
7	04	Circular	2+328	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	14.50	4B	3
8	04	Circular	2+500	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	11.72	2R	3
9	04	Circular	2+600	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	15.00	4B	4
10	04	Circular	2+800	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	11.83	4B	4
11	04	Circular	2+993	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	15.50	4B	5
12	04	Circular	3+142	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	14.80	4B	4
13	04	Circular	3+340	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	14.41	4B	4
14	04	Circular	3+720	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	14.80	5	5
15	04	Circular	4+340	Alcantarilla	Chapa corrugada	1.20	14.80	4B	4
16	04	Circular	4+575	Alcantarilla	Chapa corrugada	1.20	14.50	5	4
17	04	Circular	4+700	Alcantarilla	Chapa corrugada	1.20	15.35	4B	4
18	04	Circular	4+852	Alcantarilla	Chapa corrugada	1.20	13.93	5	4
19	04	Circular	4+950	Alcantarilla	Chapa corrugada	1.20	19.37	5	4
20	04	Circular	5+220	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	20.80	4B	4
21	04	Circular	5+527	Alcantarilla	Chapa corrugada	1.40	22.99	4B	4
22	04	Circular	5+760	Alcantarilla	Chapa corrugada	0.90	11.99	4B	4

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se puede ver un resumen de alcantarillas en condiciones hidráulicas en campo.

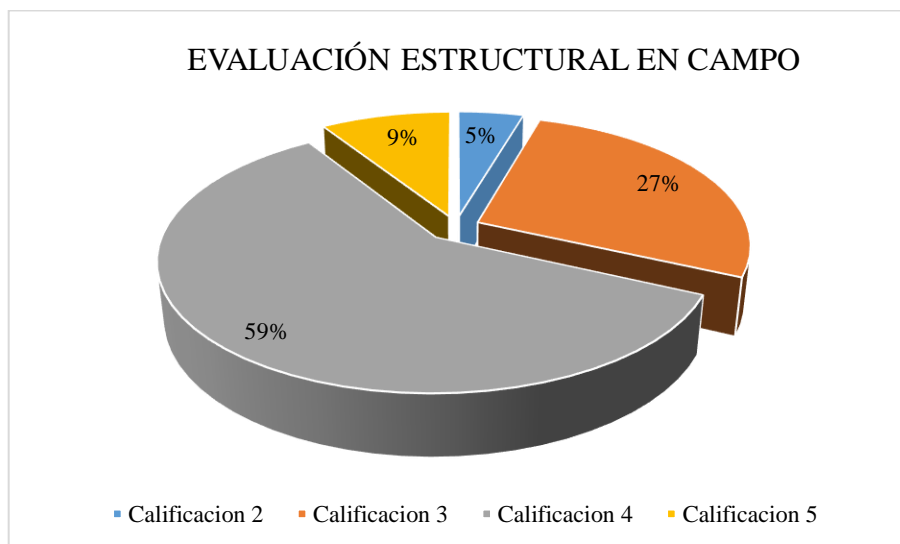
Figura 3.32 Resumen evaluación hidráulica de campo



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se puede ver un resumen de alcantarillas en condiciones estructurales en campo.

Figura 3.33 Resumen de la evaluación estructural en campo



Fuente: Elaboración propia

3.9.4. Metodología (Ministerio de Tras. Univ. Javeriana Colombia)

3.9.4.1. Estimación de parámetros de durabilidad

La durabilidad se define como la capacidad de mantener en servicio y con seguridad, una estructura o un elemento de hormigón durante el periodo determinado como la vida útil. Mediante una inspección física visual de daños o deterioros de drenaje superficial, a partir del conocimiento de la edad que se tiene estas obras de arte, tomando en consideración el periodo de diseño y el grado de severidad de los daños, se puede tener un parámetro o conocimiento de su durabilidad en el proceso del cumplimiento de su vida útil.

Tabla 3.31 Resumen con su respectiva acción de mantenimiento (Colombia)

Drenaje longitudinal (cunetas)												
Periodo de diseño T 20 Años												
Ruta	Prog. inicial	Prog. final	Tipo de obra de arte	Long. izq. (km)	Long. der (km)	Cód. de daño critico	Severidad			Acción , mantenimiento (código)	Criterio de durabilidad	Condición por alcant.
F 11	0+000	1+110	Cuneta		1110	DS, GR, OB	Baja	Media	Alta	(DR-03)/(DR-01)	Estado malo	2
F 11	1+010	1+540	Cuneta	530		OBS, OB	Baja		Alta	(DR-01)	Estado regular	3
F 11	1+340	1+740	Cuneta		400	SE, OB		Media	Alta	(DR-03)/(DR-01)	Estado malo	2
F 11	1+861	1+995	Cuneta	134		DS, OB, ES, GR	Baja	2 Media	Alta	(DR-03)/(DR-01)	Estado muy malo	1
F 11	1+880	2+010	Cuneta		130	SIN DAÑOS					Estado muy bueno	5
F 11	2+080	4+290	Cuneta	2210		ES,SE,	Baja				Estado bueno	4
F 11	3+022	3+127	Cuneta		105	DE, DS, OB	2 Baja		Alta	(DR-01)	Estado malo	2
F 11	3+338	3+460	Cuneta		122	OB			Alta	(DR-01)	Estado malo	2
F 11	3+590	3+700	Cuneta		110	OB, FR		Media	Alta	(DR-03)/(DR-01)	Estado muy malo	1
F 11	3+930	4+160	Cuneta		230	GR, DS		Media	Alta	(DR-03)	Estado bueno	4
F 11	4+360	4+560	Cuneta	200		DE, GR, OB	Baja	2 Media		(DR-01)	Estado malo	2
F 11	4+390	4+540	Cuneta		150	DE, OB, GR		Media	2 Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado malo	2
F 11	4+580	4+700	Cuneta	120		DS, OB, GR	Baja	Media	Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado malo	2

Fuente: Elaboración propia

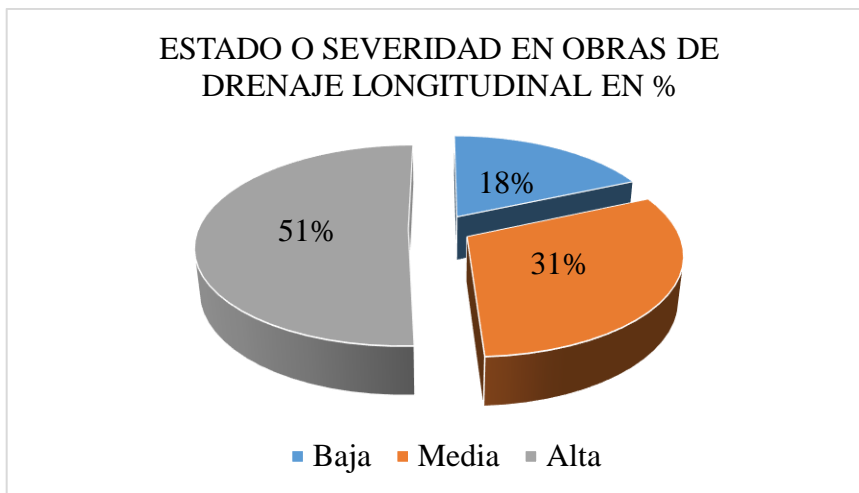
Tabla 3.32 Resumen con su respectiva acción de mantenimiento (Colombia)

Drenaje longitudinal (cunetas)												
Periodo de diseño T 20 Años												
Ruta	Prog. inicial	Prog. final	Tipo de obra de arte	Long. izq. (km)	Long. der (km)	Cód. de daño critico	Severidad			Acción , mantenimiento (código)	Criterio de durabilidad	Condición por alcant.
F 11	4+600	4+689	Cuneta		89	OB, DS,GR		2 Media	Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado malo	2
F 11	4+710	4+800	Cuneta	90		OB, GR, ES		Media	2 Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado malo	2
F 11	4+800	4+802	Cuneta	2		OB, GR			2 Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado muy malo	1
F 11	4+802	4+845	Cuneta	43		OB, GR			2 Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado malo	2
F 11	4+975	5+200	Cuneta	225		OB		Media		(DR-01)	Estado bueno	4
F 11	4+990	5+160	Cuneta		170	OB		Media		(DR-01)	Estado regular	3
F 11	5+229	5+300	Cuneta	71		OB			Alta	(DR-01)	Estado malo	2
F 11	5+300	5+314	Cuneta	14		FR, OB, GR			Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado muy malo	1
F 11	5+314	5+454	Cuneta	140		DS, OB	Baja	Media		(DR-01)	Estado bueno	4
F 11	5+234	5+340	Cuneta		106	OBS, OB	Baja		Alta	(DR-01)	Estado regular	3
F 11	5+340	5+370	Cuneta		30	DS, FR, OB, DE, GR		Media	4 Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado muy malo	1
F 11	5+370	5+456	Cuneta		86	OB, GR, FR		Media	2 Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado muy malo	1
F 11	5+550	5+638	Cuneta		88	OB, GR		Media	Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado malo	2
F 11	5+638	5+640	Cuneta		2	OB, FR, GR	Baja		2 Alta	(DR-03)	Estado muy malo	1
F 11	5+640	5+684	Cuneta		44	OB			Alta	(DR-01)	Estado regular	3
F 11	5+540	6+220	Cuneta	680		OB, SE	Baja	Media		(DR-03)	Estado bueno	4
F 11	5+760	6+220	Cuneta		460	OB, FR			2 Alta	(DR-01)/(DR-03)	Estado muy malo	1
Suma total longitud				4,459	3,432							
Total cunetas (Km)					7,891							

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro se observa la severidad alta, media y baja de los drenajes longitudinales.

Figura 3.34 Severidad drenaje longitudinal



Fuente: Elaboración propia

En el esquema mostrado se puede observar claramente que las obras de arte consideradas longitudinales del tramo, presentan severidades altas en más de 50 % del trayecto.

Referencia del criterio de durabilidad

Estado muy bueno: Prácticamente nuevo o no requiere mantenimiento durante el año fiscal en el que se ejecuta la evaluación

Estado bueno: Las obras de drenaje presentan buenas condiciones de estado, y están con una buena visión al cumplimiento de su durabilidad.

Estado regular: Si bien las obras se encuentran en regulares condiciones, necesitan un mantenimiento rutinario, pueden presentar diferentes tipos de daños pero que no son considerados de gravedad están en una proyección de rango aceptable al cumplimiento de su durabilidad.

Estado malo: Las obras de arte menor presentan diferentes tipos de daño están consideradas en estado crítico, presentan deterioros de gran magnitud que se puede reparar.

Estado muy malo: Totalmente fuera de servicio, sin una oportuna reparación o mantenimiento no podrán cumplir su vida estipulada.

3.9.5. Cuadro de resumen alcantarillas

Tabla 3.33 Resumen manual (Colombia)

Drenaje transversal (alcantarillas)											
Periodo de diseño T 20 Años											
N°	Prog. inicial	Tipo de obra de arte	Identificación de la estructura	Edad (año/mes)	Cód. de daño crítico	Severidad			Acción , mantenimiento (código)	Criterio de durabilidad	Condición por alcant.
1	0+220	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	GAM, OA		Media	Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado malo	2
			Cabezal	2007 / 04	GAM, OA	Baja	Media		(DP-02)/(DR-06)	Estado regular	
2	0+590	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	GAM, OA	Baja		Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado malo	2
			Cabezal	2007 / 04	GAM, OA		Media	Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado malo	
3	0+940	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	GAM, OA	Baja		Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado malo	2
			Cabezal	2007 / 04	GAM, OA	Baja		Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado malo	
4	1+600	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	GAM, OA	2 Baja			(DP-02)/(DR-06)	Estado regular	4
			Cabezal	2007 / 04	GAM	Baja			(DP-02)	Estado bueno	
5	1+780	Alcant. chapa corrugada	Cabezales	2007 / 04	GAM, OA, HU	2 Baja	Media		(DP-02)/(DR-06)	Estado regular	3
6	2+013	Alcant. chapa corrugada	Cabezales	2007 / 04	SO, OA, GAM	Baja	Media	Alta	(DP-02)/(DR-06)/ (DR-12)	Estado muy malo	1
7	2+328	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	OA, GAM	Baja	Media		(DP-02)/(DR-06)	Estado malo	2
			Cabezal	2007 / 04	GAM, OA	Baja	Media		(DP-02)/(DR-06)	Estado bueno	
			Caída escalonada	2007 / 04	OA, OBS, GAM		2 Media	Alta	(DR-08)/(DR-06)/ (DR09)	Estado malo	
8	2+500	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	OA		Media		(DR-06)	Estado regular	3
			Cabezal	2007 / 04	-					Estado muy bueno	
			Caída escalonada	2007 / 04	OA, OBS, GRI, GAM	Baja	Media	2 Alta	(DR-08)/(DR-06)/ DP-02)/(DR09)	Estado muy malo	
9	2+600	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	GAM, OA	Baja	Media		(DP-02)/(DR-06)	Estado regular	4
			Cabezal	2007 / 04						Estado muy bueno	
			Caída escalonada	2007 / 04	OBS, GAM, GRI		Media	2 Alta	(DR-08)/(DP-02)/ (DR09)	Estado malo	
10	2+800	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	GAM, OA	2 Baja			(DP-02)/(DR-06)	Estado bueno	4
			Cabezal	2007 / 04	-					Estado muy bueno	
			Caída escalonada	2007 / 04	OA, OBS, GAM		2 Media	Alta	(DR-08)/(DR-06)/ (DR09)	Estado malo	
11	2+993	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	OA	Baja			(DR-06)	Estado muy bueno	5
			Cabezal	2007 / 04	-					Estado muy bueno	
			Caída escalonada	2007 / 04	GAM, OBS, OA		2 Media	Alta	(DR-08)/(DR-06)/ (DR09)	Estado bueno	

Fuente: Elaboración propia

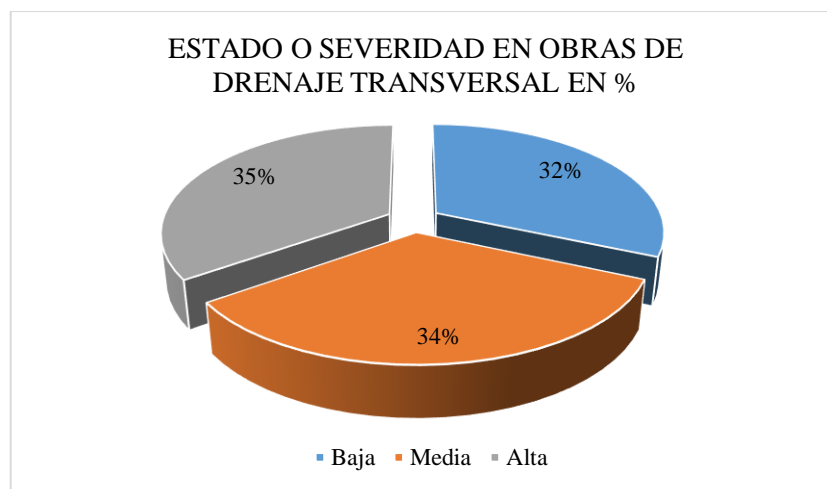
Tabla 3.34 Resumen manual (Colombia)

Drenaje transversal (alcantarillas)											
Periodo de diseño T 20 Años											
N°	Prog. inicial	Tipo de obra de arte	Identificación de la estructura	Edad (año/mes)	Cód. de daño crítico	Severidad			Acción , mantenimiento (código)	Criterio de durabilidad	Condición por alcant.
12	3+142	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	OA	Baja			(DR-06)	Estado bueno	4
			Cabezal	2007 / 04	-					Estado muy bueno	
			Caída escalonada	2007 / 04	OA, OBS, GAM	Baja	Media	Alta	(DR-08)/(DR-06)/(DR09)	Estado malo	
13	3+340	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	GAM, OA		Media	Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado regular	2
			Cabezal	2007 / 04	GAM, OA		2 Media		(DP-02)/(DR-06)	Estado regular	
			Caída escalonada	2007 / 04	OBS, GAM, OA		Media	2 Alta	(DR-08)/(DR-06)/(DR09)	Estado malo	
14	3+720	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	OA			Alta	(DR-06)	Estado bueno	3
			Cabezal	2007 / 04	GAM, OA	Baja			(DP-02)/(DR-06)	Estado bueno	
			Caída escalonada	2007 / 04	OA, OBS, GAM		2 Media	Alta	(DR-08)/(DR-06)/(DR09)	Estado regular	
15	4+340	Alcant. chapa corrugada	Cabezales	2007 / 04	GAM, OA	Baja		Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado regular	3
16	4+575	Alcant. chapa corrugada	Cabezales	2007 / 04	GAM, OA			2 Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado malo	2
17	4+700	Alcant. chapa corrugada	Cabezales	2007 / 04	GAM, OA			2 Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado malo	2
18	4+852	Alcant. chapa corrugada	Cabezales	2007 / 04	OA, HU, GAM	2 Baja		Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado bueno	4
			Caída escalonada	2007 / 04	GAM, OBS, GRI		2 Media	Alta	(DR-08)/(DR-06)/(DR09)	Estado regular	
19	4+950	Alcant. chapa corrugada	Cabezales	2007 / 04	OA, GAM		Media	Alta	(DP-02)/(DR-06)	Estado malo	2
			Caída escalonada	2007 / 04	OBS, OA, GAM		Media	2 Alta	(DR-08)/(DR-06)/(DR09)	Estado muy malo	
20	5+220	Alcant. chapa corrugada	Cabezales	2007 / 04	OA	Baja			(DR-06)	Estado regular	2
			Caída escalonada	2007 / 04	GAM, OA, OBS		Media	2 Alta	(DR-08)/(DR-06)/(DR09)	Estado muy malo	
21	5+527	Alcant. chapa corrugada	Cabezales	2007 / 04	OA, HU, SO, GAM	2 Baja	Media	Alta	(DR-08)/(DR-06)/(DR-12)	Estado muy malo	1
22	5+760	Alcant. chapa corrugada	Caja colectora	2007 / 04	GAM, OA	2 Baja			(DP-02)/(DR-06)	Estado bueno	4
			Cabezal	2007 / 04	GAM, OA	Baja	Media		(DP-02)/(DR-06)	Estado bueno	

Fuente: Elaboración propia

En el esquema mostrado se observa a las obras de arte menor consideradas transversales

Tabla 3.35 Severidad drenaje transversal




Fuente: Elaboracion propia

Tabla 3.36 Resumen por identificación de obras de arte menor

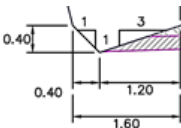
Elemento	Identificación	Unidad	Criterio de durabilidad					Total
			Estado muy malo	Estado malo	Estado regular	Estado bueno	Estado muy bueno	
Alcantarillas	Cabezales	N°		8	12	2		22
	Caja colector	N°		7	3	3		13
	Caída escalonada	N°		1	4	4	2	11
	Caños chapa metálica	N°		22				22
	Total Alcantarillas (N°)							22
Cunetas	Cuneta revestida (Der)	Km	688	2064	320	230	130	3432
	Cuneta revestida (Izq)	km	150	524	530	3255	0	4459
	Total	km	838	3345	3490	308	618	7891

3.10. Clasificación por tipo de fallas hidráulicas, estructurales y daños físicos encontrados en el tramo

Drenaje transversal

Clasificación por tipo de fallas					
Características			N°		
Ubicación progresiva: 0+200			1		
Elemento: Alcantarilla de chapa corrugada, sección circular					
Evaluación Hidráulica					
De acuerdo a la evaluación hidráulica el tirante y diámetro calculado es: $Y = 0.596 \text{ m}$ $d = 0.79 \text{ m}$ El tubo trabaja al 0,75 del diámetro ($y = 0,75 \text{ d}$) * De acuerdo a las características físicas, el diámetro en la alcantarilla es de ($d = 0.90 \text{ m}$) es suficiente para la descarga del caudal de crecida y para su respectivo mantenimiento.					
					
Evaluación estructural					
La resistencia del Hormigón Kg/Cm2 para cada parte de las alcantarillas son:					
Caja colectora			Cabezal de salida		
N°	Parte	f'c(kg/cm2)	N°	Parte	f'c(kg/cm2)
1	Pantalla	220.0	6	Base	190.0
2	Muro izq.	290	7	Pantalla	310
3	Muro der.	290	8	Alero izq.	320
4	Muro frente	280	9	Alero der.	310
5	Base		10	Dentellón	280
Daños físicos encontrados					
Mediante los procesos metodológicos determinamos los siguientes: * Grietas: Existen grietas de distintas severidades * H° erosionado: Leve erosión en la salida del cabezal * Desportillamientos: Por deslizamientos y/o derrumbes existe desportillamientos de gran magnitud en la caja colectora * Falta de pernos: En la tubería se verifico que faltan 5 pernos					
Condición: La alcantarilla N° 1 fallo por el tema de mantenimiento se encuentra sedimentada y con material de derrumbe en mas del 50 % que impide su funcionalidad al 100%, según los daños físicos se visualizo grietas por cargas físicas y la falta de pernos en la tubería de chapa corrugada existiendo ataduras de alambre.					
Acciones a tomar					
Se recomienda tomar las siguientes acciones para esta alcantarilla: * Retirar escombros, basuras, sedimentos, y cualquier material extraño, de la caja colectora, parte de la tubería. * Se debe poner el encofrado donde sea necesario para reparar la zona sobre la cual se empieza a presenciar socavación esto para controlar el flujo. * Sacar el material suelto del muro, picar la superficie firme para mejorar la adherencia y reparar desportillamientos. * Realizar curado o sellado de las grietas a las áreas dañadas * Colocar los pernos faltantes. * Reconformar y compactar el material erosionado. Si es necesario, reponer el material faltante.					

Drenaje longitudinal

Clasificación por tipo de fallas														
Características		Tramo N° 1												
Ubicación progresiva: 0+220 - 0+590														
Elemento: Drenaje Longitudinal (Cuneta)		Evaluación estructural												
Evaluación Hidráulica		La resistencia del hormigón (kg/cm ²) para cada tramo de la cuneta es de:												
De acuerdo a la evaluación hidráulica el tirante calculado es:														
t = 0.213 m														
Ancho superficial para este tramo es:														
T = 0.851 m														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tramo N°</th> <th>Modulo 1 (kg/cm²)</th> <th>Modulo 2 (kg/cm²)</th> <th>Lado del módulo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td>170</td> <td>190</td> <td>Izquierdo</td> </tr> <tr> <td>170</td> <td>170</td> <td>Derecho</td> </tr> </tbody> </table>		Tramo N°	Modulo 1 (kg/cm ²)	Modulo 2 (kg/cm ²)	Lado del módulo	1	170	190	Izquierdo	170	170	Derecho
Tramo N°	Modulo 1 (kg/cm ²)	Modulo 2 (kg/cm ²)	Lado del módulo											
1	170	190	Izquierdo											
	170	170	Derecho											
* De acuerdo a las características físicas, la sección de la cuneta es en L y según las dimensiones de la misma cumple y es suficiente para la descarga del caudal de crecida.		*Los módulos de cunetas que se tomaron en cuenta para este tramo están cerca de los 175 kg/cm ²												
Daños físicos encontrados														
Mediante los procesos metodológicos determinamos los siguientes:														
* Desgastes: Se evidencia el deterioro de la superficie de la cuneta en varios módulos del tramo.														
* Grietas: Existen grietas de distintas severidades en diferentes módulos.														
* Obstrucción de la cuneta: Existen depósitos de sedimentos el cual genera el estancamiento de agua.														
Condición: El tramo N° 1 falló debido a la falta de limpieza, por su periodicidad de inactividad en su mantenimiento, en algunos módulos se verificó,(desgastes y grietas).														
Acciones a tomar														
Se recomienda tomar las siguientes acciones para este tramo:														
1.- Retirar basura, vegetación, piedras, pequeños derrumbes y sedimento de las cunetas y cargarlas en la volqueta cuando sea necesario o en carretillas de mano.														
2.- Verificar que la pendiente de fondo de la cuneta permita el flujo libre del agua sin empozamientos, así como el desagüe libre en las alcantarillas o las salidas de agua.														
3.- Para realizar el curado o sellado de las grietas se debe disponer los agregados necesarios y preparar la mezcla con los siguientes materiales: cemento, grava, arena y agua.														
4.- Curar el concreto hidráulico durante 7 días.														

Las demás planillas tanto para drenaje transversal y para drenaje longitudinal se encuentran en (anexo 8)

3.11. PRESUPUESTO DE COSTO PARA MANTENIMIENTO

El costo de mantenimiento está de acuerdo a los precios manejados por la Administradora Boliviana de Carreteras este es un costo general que maneja la A.B.C. para mantenimientos rutinarios (Anexo 9)

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Realizada las inspecciones al tramo para detectar las fallas y evaluar el estado actual de las obras de arte menor estructural e hidráulica podemos concluir diciendo:

- La evaluación a las fallas físicas del tramo estudiado nos proporcionaron distintas calificaciones al optar diferentes metodologías a evaluar, para cada obra de arte menor se tuvo diferente grado de deterioro, también como la del manual del Ingeniero Guillermo Cornero nos proporciona diferente calificación y de la misma manera tenemos resultados un poco distintos al trabajar con el manual del ministerio de transporte Universidad Javeriana de Colombia.

Alcantarillas			
N° de alcant.	ABC	Colombiana	Cornero
	Grado de deterioro	Condición por alcantarilla	Evaluación estructural
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	2	3
4	4	4	3
5	4	3	4
6	2	1	2
7	3	2	3
8	2	3	3
9	3	4	4
10	3	4	4
11	5	5	5
12	3	4	4
13	4	2	4
14	3	3	5
15	4	3	4
16	4	2	4
17	4	2	4
18	3	4	4
19	4	1	4
20	2	2	4
21	3	1	4
22	4	4	4

Cunetas								
N°	ABC	Colombiana	N°	ABC	Colombiana	N°	ABC	Colombiana
	Grado de deterioro	Condición por alcant.		Grado de deterioro	Condición por alcant.		Grado de deterioro	Condición por alcant.
1	3	2	11	3	2	21	1	1
2	3	3	12	3	2	22	3	4
3	3	2	13	3	2	23	3	3
4	2	1	14	3	2	24	1	1
5	5	5	15	3	2	25	2	1
6	4	4	16	1	1	26	2	2
7	3	2	17	3	2	27	1	1
8	3	2	18	4	4	28	3	3
9	1	1	19	3	3	29	4	4
10	4	4	20	3	2	30	1	1

Caídas escalonadas	
N°	Colombiana
	Condición por alcant.
1	2
2	1
3	2
4	2
5	4
6	2
7	2
8	3

- En la evaluación de daños físicos se ha definido cinco condiciones del grado de deterioro para identificar los problemas existentes en cada obra de arte menor:

condición 1	Muy mala
condición 2	Mala
condición 3	Regular
condición 4	Buena
condición 5	Muy buena

Con estos datos se elaborado un resumen por condición de las obras de arte menor del tramo Puerta El Chaco – Carlazo.

Para el drenaje transversal tenemos un 14 % de la condición (1) de alcantarillas están en condiciones críticas ya que estos necesitan una pronta atención de reconstrucción de estas obras de arte.

14 % de la condición (2) de las obras de arte están al borde de ser condiciones críticas muy malas y necesitan una atención inmediata de mantenimiento o arreglo alguno de estas obras de arte.

31 % de la condición (3) algunos arreglos y mantenimientos.

36 % de la condición (4) de las obras necesitan mantenimiento rutinario.

5% de la condición (5) están muy buenas.

Para el drenaje longitudinal tenemos un 8 % de la condición (1) de cunetas están en condiciones críticas ya que estos necesitan una pronta atención de reconstrucción de estas obras de arte.

4 % de la condición (2) de las obras de arte están al borde de ser condiciones críticas muy malas y necesitan una atención inmediata de mantenimiento o arreglo alguno de estas obras de arte.

44 % de la condición (3) algunos arreglos y mantenimientos.

42 % de la condición (4) de las obras necesitan mantenimiento rutinario.

2 % de la condición (5) están muy buenas.

- Resaltar de igual forma la hipótesis planteada “la identificación de las fallas de obras de arte menor mediante una evaluación técnica permitirá determinar el grado de deterioro para evitar mayores costos y perjuicios” Si cumple por que la evaluación nos permite conocer los diferentes grados de deterioro y así evitar mayores costos y perjuicios dando a conocer que existen fallas subsanables con un determinado mantenimiento y reparación mínima.
- Con el trabajo de evaluación del Ministerio de transporte de la Universidad Javeriana de Colombia se logra la cuantificación de las fallas existentes en las obras de arte menor según su severidad ya sea alta media o baja.
- Para el drenaje longitudinal se analizó 8 tipos de daños físicos, los cuales presentan condiciones críticas en “N” de sub tramos como se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de falla	N° de tramos en condiciones críticas
Escalonamiento	3
Grieta	15
Desgastes	8
Desportillamiento de cuneta	4
Fracturamiento de cuneta	6
Separación de la cuneta	3
Obstrucción de la cuneta	27
Obstrucción de disipadores, zanja de coronación y canales	2

- Para el drenaje transversal se analizan 11 tipos de daños físicos los cuales son críticos en “N” de alcantarillas:

Tipo de falla	N° de tramos en condiciones críticas
Grietas en los aleros , el muro cabezal o pantalla	19
Grietas en descole o encole (caída escalonada)	8
Grietas en la tubería principal	0
Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aleros	0
Fractura con pérdida total o parcial de la tubería	0
Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole	3
Separación de secciones de tubería	0
Hundimiento o aplastamiento	3
Exposición de acero de refuerzo en el muro cabezal, las aleros y la tubería	0
Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado y/o muro cabezal	2
Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones	0
Obstrucción de alcantarilla	22
Obstrucción de maleza	11

- Evaluando los daños físicos entre los tres procesos metodológicos utilizados en el tramo, se evidencia sus diferencias, no consideran ciertos factores, es por esto que se realiza una comparación entre los procesos metodológicos tanto para drenaje transversal y drenaje longitudinal donde calificamos a criterio sus beneficios y deficiencias de cada uno.
- El país no cuenta con un proceso metodológico de daños físicos lo cual se propone uno propio, para drenaje transversal y longitudinal.
- Estimando un parámetro de la durabilidad o vida útil que debería cumplir el drenaje transversal se puede concluir que relativamente hasta hoy están dentro del margen aceptable a cumplir su periodo de diseño de años, considerando que están en servicio 12 años después de su construcción.
- En el caso del drenaje longitudinal (cunetas) se debe considerar las condiciones de estado y realizar reparaciones, mantenimientos o en algunos casos la reconstrucción de las mismas sobre todo en daños como FR fracturamientos que son los casos de mayor severidad, siendo un nivel crítico.

- Para la evaluación estructural en drenaje transversal comparamos con especificaciones técnicas, esta nos indica que las alcantarillas de H°C° deben tener un $f'c$ de 210kg/cm² y según los resultados, después de 12 años de servicio, la resistencia del hormigón se muestran resistentes cumpliendo en su gran mayoría y las que no cumplen puede ser alguna falla del equipo del esclerómetro. Para las cunetas de igual manera según especificaciones técnicas debería estar entre los $f'c$ de 175kg/cm², la mayoría de los módulos oscilan entre ese parámetro existiendo algunos más bajos y como no son especificaciones del tramo solo son de referencia no se puede decir que no cumplen. Pevio a riesgos de confiabilidad, en todo caso revelan un parámetro sino es exacto, cercano del estado o resistencia característica del hormigón.
- De acuerdo a la evaluación hidráulica para las alcantarillas de alivio y de cruce se obtuvo los siguientes datos: En las alcantarillas N°2, N°3, N°17, N°18 y N°19 sus diámetros obtenidos son menores a ($d= 0.60$ m.) y se verifica que cumplen al diámetro diseñado de ($d= 0.90$ m.), para las alcantarillas N°1, N°4, N°7, N°8, N°9, N°10, N°11, N°12, N°13, N°14, N°16 y N°22 sus diámetros obtenidos en la evaluación son de: ($d= 0.60$ a $d= 0.90$ m.) también se verifico que los diámetros diseñados ($d= 0.90$ m.), ($d= 1.20$ m.) cumplen para cada una de estas alcantarillas y para las alcantarillas N°5, N°6, N°15, N°20 y N°21 sus diámetros en la evaluación son de: ($d= 0.9$ a $d= 1.20$ m.) se verifica que los diámetros diseñados de ($d= 1.45$ m.) cumplen y son correctos para cada una de estas obras, todas las alcantarillas en la evaluación cumplen con los diámetros diseñados.
- De acuerdo a la evaluación hidráulica para los tramos de cunetas se obtuvo los siguientes datos: los tirantes obtenidos en los 10 siguientes tramos N°9, N°11, N°17, N°18, N°21, N°22, N°24, N°25, N°26, y N°30 de cunetas son de ($Y= 0.114$ m. a $Y= 0.150$ m.), los tirantes en los 12 siguientes tramos N°5, N°8, N°10, N°12, N°13, N°14, N°16, N°19, N°20, N°23, N°19 y N°31 de cunetas son de ($Y= 0.150$ m. a $Y= 0.200$ m.), los tirantes obtenidos en los 9 siguientes tramos N°1, N°2, N°6, N°7, N°15, N°27, N°28, N°32 y N°33 de cunetas son de ($Y= 0.200$ m. a $Y= 0.300$ m.) y los tirantes obtenidos en los 2 siguientes tramos N°3 y N°4 de cunetas son mayor a ($Y= 0.300$ m.) y según las dimensiones de la cuneta triangular de dos

paredes distintas (L) que son: Lado izq.= 0.40 m. y lado der.= 1.20 m. total longitud de 1.60 m. cumplen todos los 33 tramos de cunetas con sus diámetros diseñados.

- Se elaboró en las planillas de clasificación de fallas acciones a tomar por cada una de las obras de arte menor recomendando en todas las planillas retirar basuras, vegetación, piedras, pequeños derrumbes y sedimento en las cunetas, alcantarillas y cargarlas en la volqueta cuando sea necesario o en carretillas de mano, para que el caudal de crecida pueda circular libremente y para evitar al deterioro de las mismas.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se debe tomar y considerar muy en cuenta la importancia que tienen las obras de drenaje en las carreteras, ya que el deterioro o falla de drenes afecta directamente a la plataforma vial, ocasionando pérdidas económicas e inclusivamente accidentes de tránsito.
- En la realización del ensayo con el esclerómetro se recomienda tener mucho cuidado en la manipulación de la misma, especialmente con el ángulo de disparo, ya que puede arrojar datos muy dispersos en posiciones no especificadas.
- Se debe evitar la corrosión y la abrasión de las alcantarillas para que estas funcionen de manera adecuada realizando limpiezas adecuadas.
- Una vez que se ha obtenido los resultados de la evaluación se recomienda programar todos los trabajos de mantenimiento, debe realizarse antes del periodo de lluvias, esta actividad es crítica considerando los daños potenciales que puedan ocasionar a la estructura del camino perjudicando la transitabilidad.
- Realizar inspecciones continuas para detectar problemas de sedimentos y erosión en las alcantarillas para ser controladas mediante una planificación de mantenimiento.