



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)

LM-PI-GM-INF-09-2020

EVALUACIÓN DE CAMINOS DE EI MORTERO, SARAPIQUI

Preparado por:
Unidad de Gestión Municipal

San José, Costa Rica
Octubre 2020



Documento generado con base en el Art. 6, inciso j) de la ley 8114 según la reforma aprobada en la ley 8603. Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.



TABLA DE CONTENIDO

1. Informe LM-PI-UGM-INF-09-2020		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Evaluación de caminos de El Mortero, Sarapiquí		4. Fecha del Informe Octubre 2020
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen <i>La Asociación de Desarrollo Integral de El Mortero, Sarapiquí le solicitó al LanammeUCR colaboración para evaluar la condición de las obras de mejoramiento realizadas en el acceso y caminos internos de la comunidad de El Mortero por la Municipalidad de Sarapiquí. Se emite entonces el presente informe para la Municipalidad de Sarapiquí, el cual fue realizado por el personal del LanammeUCR que evaluó de forma visual 10,4 km de los caminos intervenidos, el puente El Mortero y 24 pasos de alcantarilla existentes, los días 01, 15, 22 de junio y 02 de setiembre de 2020. Se observó que el acceso desde la RN.4 hasta el puente tiene una superficie de ruedo de carpeta asfáltica en buena condición, pero existe mucha maleza y leve erosión en las cunetas. El puente colgante sobre el Río Puerto viejo presenta corrosión en las vigas transversales y longitudinales en su parte inferior y deformación de la baranda, posiblemente por algún evento de sobre carga. Se recomienda mantener la restricción de paso señalizada actualmente a 6 ton. Los caminos con capa granular de rodadura tienen una buena condición general, pero presentan deterioros incipientes como agregado suelto y algunos huecos por lo que se recomienda realizar actividades de mantenimiento rutinario. Los pasos de alcantarilla no cuentan con cabezales, aletones o delantales, ni fueron selladas las juntas entre tubos de concreto con mortero, por lo que se recomienda realizar estas correcciones lo antes posible. Además, se identificaron algunos sitios donde se debe valorar la colocación de pasos de alcantarilla faltantes o terminar su colocación, debido a la acumulación de agua durante las lluvias. Finalmente se señalan varios sitios de deslizamiento de taludes, donde se recomienda limpiar el material deslizado, proteger contra erosión y reconformar los taludes con pendientes menores a las actuales, de acuerdo con el derecho de vía disponible.</i>		
10. Palabras clave Evaluación caminos rurales, Sarapiquí	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 36
13. Preparado por:		
Ing. Alonso Ulate Castillo, M.Eng Unidad de Gestión Municipal	Ing. Josué Quesada Campos, M.Eng Unidad de Gestión Municipal	-----
Fecha: / /	Fecha: / /	
14. Revisado por:		15. Aprobado por:
Ing. Erick Acosta Hernández Coordinador Unidad de Gestión Municipal	Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR	Ing. Ana Luisa Elizondo, M.Sc Coordinadora PITRA
Fecha: / /	Fecha: / /	Fecha: / /
Informe LM-PI-UGM-INF-09-2020	Octubre 2020	Página 2 de 36



1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS	5
3. ALCANCE DEL INFORME	6
4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN VISUAL.....	9
4.1 Conteo vehicular.....	9
4.2 Evaluación visual del puente colgante sobre el río Puerto Viejo	9
4.3 Evaluación visual de los caminos	12
4.3.1 Sobre el camino de acceso.....	14
4.3.2 Sobre los caminos internos.....	15
4.3.3 Sobre el bombeo de la capa granular de rodadura	15
4.3.4 Sobre el espesor de la capa granular de rodadura y el material utilizado.....	16
4.3.5 Sobre los deterioros observados en la capa granular de rodadura	18
4.4 Evaluación visual de pasos de alcantarilla.....	22
4.4.1. Sobre las entradas a casas y propiedades	22
4.4.2 Sobre los pasos de alcantarilla existentes	23
4.4.3 Sobre pasos de alcantarilla faltantes y acumulación de agua en cunetas.....	27
5. RECOMENDACIONES.....	32
5.1 Recomendaciones generales.....	32
5.2 Sobre el camino de acceso.....	32
5.3 Sobre el puente colgante sobre el Río Puerto Viejo.....	32
5.4 Sobre los caminos con capa granular de rodadura	33
5.5 Sobre los pasos de alcantarilla	34
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
7. ANEXOS	36



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de caminos inspeccionados en El Mortero, Sarapiquí.	7
Figura 2. Mapa de sitios de evaluación visual de caminos.	13
Figura 3. Camino de acceso a El Mortero, Sarapiquí (C4-10-013).	14
Figura 4. Caminos de los cuadrantes de El Mortero, Sarapiquí (C4-10-13 y C4-10-15)...	15
Figura 5. Conformación recomendada para un camino con capa granular de rodadura. .	16
Figura 6. Medición del bombeo en caminos con CGR del El Mortero, Sarapiquí.	16
Figura 7. Capa granular de rodadura colocada en los cuadrantes de El Mortero, Sarapiquí.	17
Figura 8. Tipo de material granular utilizado en los cuadrantes de El Mortero, Sarapiquí	18
Figura 9. Agregado suelto en los caminos de El Mortero, Sarapiquí.	19
Figura 10. Varios huecos en camino Cuadrantes 1 de El Mortero, Sarapiquí.	20
Figura 11. Entradas a casas y propiedades con tubería de concreto.	22
Figura 12. Mapa de pasos de alcantarilla evaluados.....	24
Figura 13. Pasos de alcantarilla sin mortero o solaqueo en las juntas.	25
Figura 14. Pasos de alcantarilla sin cabezales, aletones ni delantales.	25
Figura 15. Pasos de alcantarilla con sedimento en el interior y salida.....	25
Figura 16. Sitio donde no se ha colocado paso de alcantarilla (punto 1 de la Figura 17), donde se presentan acumulaciones de agua que impiden el paso por el camino en Cuadrantes 1.	27
Figura 17. Sitios donde se recomienda la colocación de pasos de alcantarilla nuevos. ...	28
Figura 18. Mapa de pasos de alcantarilla faltantes y sitios de acumulación de agua en cunetas.	29
Figura 19. Acumulación de agua en cunetas puntos 2 y 3 de la Figura 18.....	30
Figura 20. Acumulación de agua en cunetas punto 7 de la Figura 18 que provoca inundación de propiedad privada adyacente.	31

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caminos evaluados en El Mortero, Sarapiquí.	6
Tabla 2. Conteo vehicular parcial realizado en El Mortero, Sarapiquí.	9
Tabla 3. Observaciones sobre la condición del puente colgante sobre el Rio Puerto Viejo.	10



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra los resultados de la evaluación realizada por el LanammeUCR en junio y setiembre de 2020 a las obras de mejoramiento de caminos en El Mortero, Sarapiquí ejecutadas por la Municipalidad de Sarapiquí.

La Asociación de Desarrollo Integral (ADI) El Mortero, Sarapiquí solicitó al LanammeUCR la colaboración para evaluar los trabajos realizados en los caminos de la comunidad por parte de la Municipalidad de Sarapiquí. La solicitud fue realizada por el Sr. Jorge Alberto Molina Vega, presidente de la ADI El Mortero, Sarapiquí, mediante correo electrónico enviado a dirección.lanamme@ucr.ac.cr el 14 de mayo de 2020.

La solicitud de colaboración de la ADI El Mortero, Sarapiquí está basada en la Resolución No. 2017 018384 de la Sala Constitucional, resultado de un recurso de amparo interpuesto por el Sr. Fabián Badilla, entonces presidente de la ADI El Mortero, Sarapiquí.

Se realizó una reunión con el Ing. Yeison Zúñiga, Director de la UTGV de la Municipalidad de Sarapiquí, el día 01 de junio de 2020 en el plantel municipal. Durante esta reunión se conoció las acciones y circunstancias relacionadas con las obras de los caminos de El Mortero, desde el punto de vista técnico de la gestión vial municipal.

El LanammeUCR en su papel de fiscalizador técnico según lo establecido en el Artículo 6 de la Ley 8114, atiende las solicitudes de organizaciones comunales relacionadas con la ejecución de proyectos en la red vial nacional y cantonal del país, por lo que se emite el presente informe de evaluación de los caminos para la Municipalidad de Sarapiquí.

2. OBJETIVOS

General:

Evaluar visualmente las obras de mejoramiento de varios caminos en la comunidad de El Mortero de Sarapiquí.

Específicos:

- Estimar el volumen vehicular que circula por los caminos.
- Evaluar y describir las obras de rehabilitación de la capa de ruedo de los caminos.
- Evaluar y describir el estado de las obras de encausamientos y pasos de alcantarilla.
- Evaluar y describir el estado general del puente El Mortero, sobre el río Puerto Viejo.
- Emitir recomendaciones para la corrección o mejora de las obras realizadas en los caminos y pasos de alcantarilla.



3. ALCANCE DEL INFORME

Las actividades de evaluación realizadas en los caminos de El Mortero, Sarapiquí tienen el siguiente alcance:

- La evaluación se realizó en 10,4 km de caminos indicados en el mapa que se muestra en la *Tabla 1* y Figura 1, de acuerdo con lo indicado por la ADI El Mortero y la UTGV de la Municipalidad de Sarapiquí.

Tabla 1. *Caminos evaluados en El Mortero, Sarapiquí.*

Código de camino	Camino del mapa	Longitud (m)	Descripción
C4-10-013	Acceso	462	Camino asfaltado de acceso entre RN. 4, pasa por el Puente El Mortero (sobre Río Puerto Viejo) y los cuadrantes de El Mortero
C4-10-013	Cuadrantes 1	926	Camino de grava (BG y SBG), sirve de distribución de tránsito en la comunidad, pasa por la iglesia, la plaza y la escuela
C4-10-013	Cuadrantes 2	2749	Camino de grava (BG y SBG) que da acceso a fincas y a puente peatonal hacia la comunidad de Tigre, Sarapiquí
C4-10-013	Cuadrantes 3	1171	Camino de grava (BG y SBG) que da acceso a fincas
C4-10-013	Cuadrantes 4	1099	Camino de grava (BG y SBG) que da acceso a fincas
C4-10-013	Cuadrantes 5	2734	Camino de grava (BG y SBG) que da acceso a fincas y hacia comunidad Pedernales
C4-10-013	Cuadrantes 6	435	Camino de grava gruesa (SBG) que da acceso a fincas
C4-10-013	Cuadrantes 7	724	Camino de grava gruesa (SBG) que da acceso a fincas y hacia comunidad Pedernales
C4-10-013	Cuadrantes 8	143	Camino de tierra que da acceso a fincas
Total		10,4	

Nota: BG= material tipo base granular, SBG= material tipo subbase granular

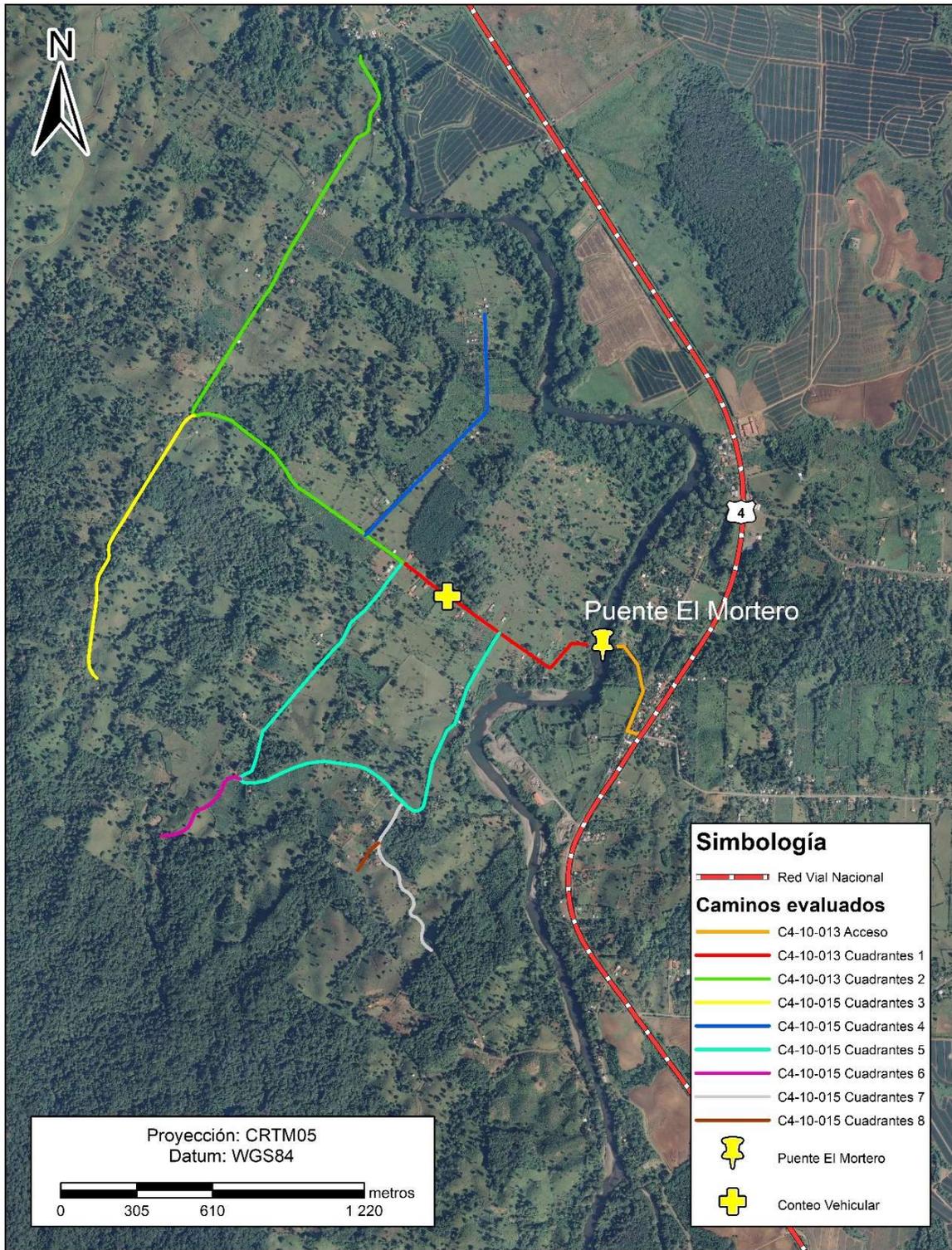


Figura 1. Mapa de caminos inspeccionados en El Morte, Sarapiquí.



- La evaluación se realizó por medio de inspección visual y documentación fotográfica por parte del personal técnico del LanammeUCR, lo que incluye identificación de daños, deterioros, faltantes, omisiones y problemas visibles en las obras realizadas en su condición actual.
- La evaluación visual se realizó los días 01, 15 y 22 de junio, así como 02 de setiembre de 2020. Se incorporan algunas fotografías adicionales remitidas por la ADI de El Mortero para de los días 20 de junio y 25 de agosto 2020.
- No se realizaron ensayos de laboratorio por parte del LanammeUCR durante la evaluación de los caminos ya mencionados. Además, el LanammeUCR no visitó el proyecto durante el proceso de diseño ni construcción, dado que la solicitud fue posterior.
- Se realizó un conteo vehicular parcial de 6 horas para estimar el volumen y clasificación de los vehículos que transitan por los caminos de El Mortero, Sarapiquí.
- Las recomendaciones planteadas se orientan al señalamiento de faltantes u omisiones de las obras realizadas y la corrección de deterioros visibles. Lo anterior, con el objetivo de preservar las condiciones de operación de las obras y la inversión realizada, sin embargo, es responsabilidad de la Municipalidad de Sarapiquí definir y priorizar las obras complementarias o de mejoramiento que considere adecuadas.
- La valoración del puente se realizó a partir de una inspección visual, con el objetivo de observar su sistema estructural y deterioros evidentes que puedan influir en su condición estructural o funcional.



4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN VISUAL

El personal del LanammeUCR visitó los caminos de El Mortero, Sarapiquí en junio de 2020 para realizar inspección visual de las obras realizadas en los caminos, drenajes, pasos de alcantarilla y el puente colgante El Mortero, sobre el Río Puerto Viejo. A continuación, se describen las observaciones obtenidas durante las inspecciones realizadas.

4.1 Conteo vehicular

Se realizó un conteo vehicular con equipo tipo radar, para estimar el tránsito vehicular de los caminos de la comunidad de El Mortero, en la ubicación indicada en el mapa de la Figura 1. El conteo realizado es parcial, es decir que se midió el tránsito durante 6 horas, desde las 10:00 am hasta las 4:00 pm, como se muestra en la *Tabla 2*.

Se puede observar que, durante las horas de conteo el tránsito total fue de 75 vehículos, con 62,7% de vehículos livianos y pick-ups, así como un 6,7% de vehículos pesados incluyendo camiones de dos ejes, tres ejes, mayores o especiales. Se identificaron 3 camiones mayores o especiales, que pueden corresponden con tractores que transportan carretas de uso agrícola, que fueron observados en el sitio, ya que no es frecuente el tránsito de camiones mayores de cinco o más ejes (T3-S2).

Tabla 2. Conteo vehicular parcial realizado en El Mortero, Sarapiquí.

Hora	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Total
	Bicicletas- Motos	Livianos- PickUp	Camion C2+, C2	Camion C3, C4, Bus	Camión mayores y especiales	
11:00:00	2	5	0	0	0	7
12:00:00	4	6	0	0	0	10
13:00:00	1	10	0	0	0	11
14:00:00	4	8	0	0	0	12
15:00:00	2	9	0	0	1	12
16:00:00	10	9	1	1	2	23
Total	23	47	1	1	3	75
Porcentaje	30,7%	62,7%	1,3%	1,3%	4,0%	100,0%

4.2 Evaluación visual del puente colgante sobre el río Puerto Viejo

El día 22 de junio de 2020 se realizó una inspección visual del puente colgante El Mortero, sobre el Río Puerto Viejo. Las principales observaciones obtenidas se incluyen en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Observaciones sobre la condición del puente colgante sobre el Rio Puerto Viejo.

Condición observada	Observaciones
 <p>22.06.2020 09:32</p>	<p>El puente está señalado a 6 toneladas, pero no tiene restricción de altura. Se observan los restos perfiles metálicos anteriormente soldados a los marcos que fueron eliminados, esto permite el paso de vehículos pesados con cargas superiores a las reglamentadas.</p>
 <p>22.06.2020 09:27</p>	<p>El sistema de arriostamiento lateral, está compuesto por crucetas varillas No.5 o 6 soldadas (no están unidas por medios mecánicos al tablero) y no están en todos los tramos, con lo cual su efectividad es reducida. Es posible que el puente presente deformaciones transversales ante la baja resistencia lateral.</p>
	<p>Se observan deformaciones en la baranda de la pasarela, lo que podría ser signo de eventos de sobre carga y/o desplazamientos del puente. Es posible que estas deformaciones se incrementen con el proceso de relajamiento de los componentes de acero (péndolas).</p>

Condición observada

Observaciones



Oxidación y corrosión en tablero inferior.

Se observa corrosión de vigas transversales y sobre todo de las vigas longitudinales en la parte inferior del puente. Se considera necesario realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).



Deformación de láminas de piso, algunos puntos sueltos.

Las láminas metálicas punta diamante de la superficie, están deformadas y flojas en algunos puntos debido a tornillos sueltos. Se considera necesario realizar una revisión completa para reparar los puntos de conexión que se muestren sueltos.



Tornillos de finalización de las péndolas se consideran cortos.

Se considera que los tornillos de las péndolas son cortos. Estas terminales requieren tener mayor longitud para brindar una mayor redundancia en el sistema en caso de fallo de una tuerca.



4.3 Evaluación visual de los caminos

Se realizó una evaluación visual de los caminos de El Mortero, de código C4-10-013 y C4-10-015, que suman una longitud total de 10,4 km. En estos caminos se evaluó la conformación y condición de la capa granular de rodadura (CGR) por medio de deterioros típicos de caminos de grava. Esto se realizó por medio de un recorrido total de los caminos y los 29 sitios específicos de inspección que se muestran en la Figura 2.

El detalle de las observaciones de cada uno de los 29 sitios de evaluación, se adjunta en la Tabla de sitios de evaluación del Anexo 1. y se resume a continuación.

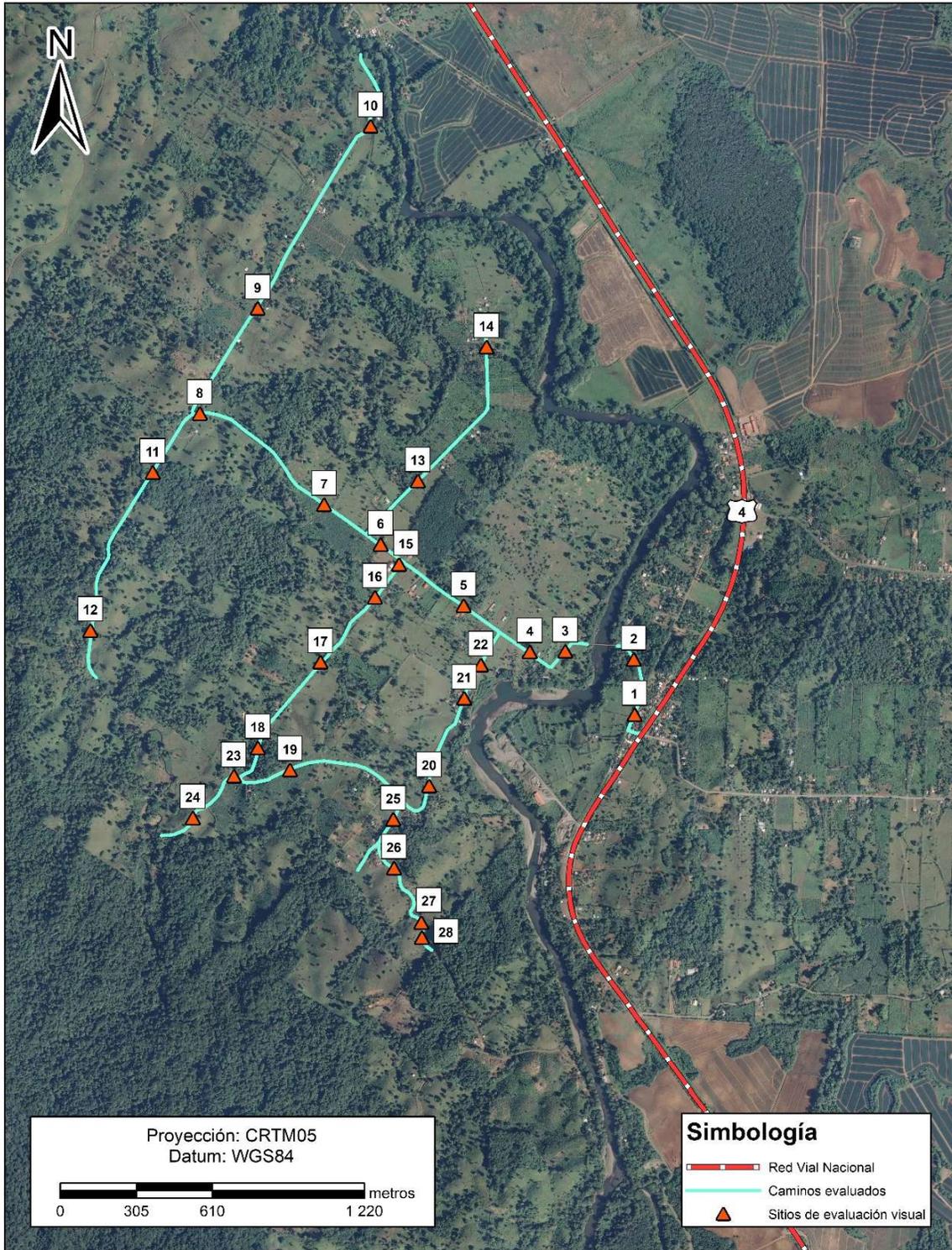


Figura 2. Mapa de sitios de evaluación visual de caminos.



4.3.1 Sobre el camino de acceso

El camino da acceso desde la Ruta Nacional No. 4, pasa por el puente colgante El Mortero sobre el Río Puerto Viejo y conduce a los caminos internos o cuadrantes de la comunidad de El Mortero, Sarapiquí, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Camino de acceso a El Mortero, Sarapiquí (C4-10-013).

Las observaciones obtenidas en la evaluación de este camino indican lo siguiente:

- Tiene una longitud de 462 m como se indica en la *Tabla 1*.
- Su calzada o superficie de ruedo tiene de 5,6 a 6 m de ancho.
- Se observa una superficie de ruedo de carpeta asfáltica de 5 cm de espesor y una capa de material granular, tipo base, de entre 10 y 12 cm de espesor.
- La carpeta asfáltica no presenta deterioros superficiales visibles como fisuras, ahuellamientos, desprendimientos o huecos, como se muestra en Figura 3.
- Se tienen cunetas no revestidas para el drenaje pluvial de 1,5 m de ancho y 0,5 m de profundidad, donde se observa mucha maleza que puede generar acumulaciones de humedad en los lados del camino.
- Se observa erosión moderada del material granular tipo base, provocada por la escorrentía pluvial de las cunetas no revestidas en ambos lados de la vía.
- La superficie de ruedo asfáltica no presenta señalamiento horizontal o demarcación a excepción de la intersección con la RN.4, donde se demarcó debidamente el Alto.



4.3.2 Sobre los caminos internos

Los caminos internos o cuadrantes de El Mortero dan acceso a fincas y a las comunidades de Pedernales y Tigre. Los códigos cantonales a los que pertenecen son C4-10-13 y C4-10-15, como se indica en la *Tabla 1* y Figura 1. Esos caminos presentan una calzada con capa granular de rodadura (CGR) en 9,8 km (cuadrantes 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7) y tierra en el camino en 0,143 m (cuadrante 8), como se observa en la Figura 4 (a) y (b) respectivamente.



(a) Caminos cuadrantes de 1 al 7

(b) Caminos de cuadrantes 8

Figura 4. Caminos de los cuadrantes de El Mortero, Sarapiquí (C4-10-13 y C4-10-15).

4.3.3 Sobre el bombeo de la capa granular de rodadura

La conformación de la pendiente transversal o bombeo de los caminos con superficie de ruedo de grava o lastre y tierra, es una condición clave para la adecuada evacuación de la escorrentía pluvial hacia las cunetas. En caminos no pavimentados o de lastre, se recomienda una conformación en tangentes (tramos rectos de vía) con un bombeo entre 4% y 6% hacia los lados como se observa en la Figura 5. Si el bombeo es menor a 4%, el agua llovida se acumula en la calzada y esto produce desprendimientos y luego huecos. Si el bombeo es mayor a 6%, la escorrentía pluvial puede generar surcos que erosionan el material granular.

Se midió el bombeo de los caminos con superficie de material granular (CGR) en ambos lados de la calzada, para los 24 sitios que se indican en el Anexo 1. Para esto se utilizó un escantillón o nivel y una aplicación de teléfono celular calibrada que mide la pendiente en porcentaje (%), como se muestra en la Figura 6.

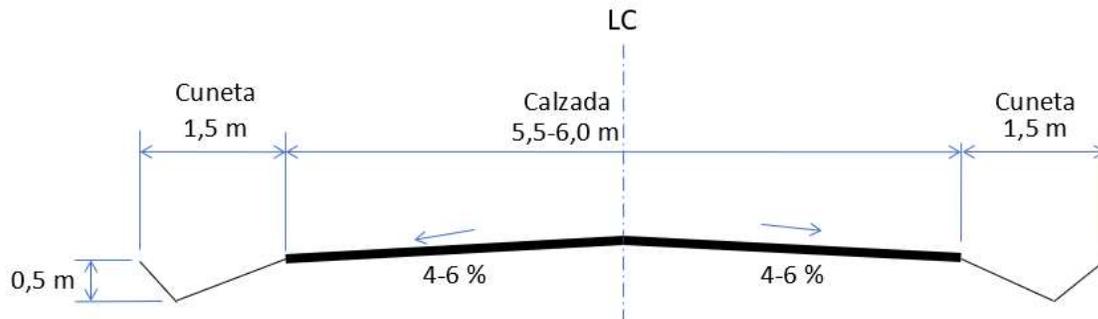


Figura 5. Conformación recomendada para un camino con capa granular de rodadura.



Figura 6. Medición del bombeo en caminos con CGR del El Mortero, Sarapiquí.

Se encontró que el bombeo es menor a 4% en la mayoría de los sitios (35 mediciones de un total de 48 puntos) y en algunos sitios superó el 6% (5 mediciones de un total de 48). Por otro lado, solamente en 8 sitios el bombeo medido estaba entre 4% y 6%.

4.3.4 Sobre el espesor de la capa granular de rodadura y el material utilizado

Se observó que la capa granular de rodadura (CGR) colocada en los cuadrantes de El Mortero, se realizó de dos formas:

- Capa de grava gruesa, tipo subbase granular (SBG) de espesor variable de 10 a 20 cm y una capa de grava fina, tipo base granular (BG) de espesor de 5 a 10 cm en los cuadrantes 1, 2, 4, 5 y 1833 m del cuadrante 3, como se muestra en la Figura 7.

- Capa de grava gruesa, tipo subbase granular (SBG) de espesor variable de 10 a 20 cm en los Cuadrantes 6, 7 y 916 m del cuadrante 3, como se muestra en la Figura 7.

El material utilizado, tanto para la capa de base como para la capa de subbase, proviene de una fuente de río (material no quebrado), según indicaciones del Ing. Yeison Zúñiga. Este tipo de materiales generalmente poseen muy buenas propiedades mecánicas, sin embargo, suelen poseer poco contenido de finos plásticos que dan cohesión a la capa compactada. Esto provoca que sean susceptibles a soltarse o perder la compactación con el tiempo, por la vibración del tránsito y erosión pluvial. Luego pueden presentarse corrugaciones y desprendimientos que generan huecos. Además, generalmente tienen partículas redondeadas que generan menor trabazón entre sí para mantener la compactación de las capas.

Se observó que, principalmente el material tipo subbase granular presenta partículas redondeadas, tamaño máximo mayor a 63 mm, como se muestra en la Figura 8. Lo anterior indica que este material podría incumplir las especificaciones para material de subbase granular del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010), en su Sección 703.05, Tabla 703-6. Sin embargo, esto debe ser confirmado por la UTGV de la Municipalidad de Sarapiquí por medio de los ensayos de laboratorio realizados como parte del control de calidad correspondiente del material.

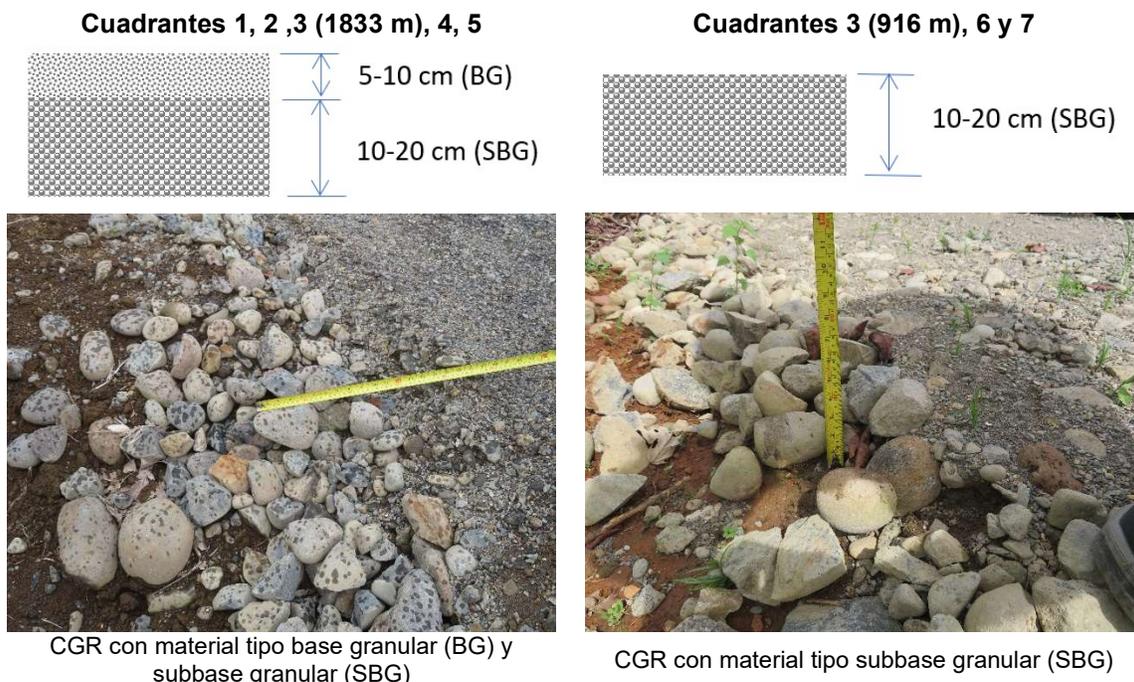


Figura 7. Capa granular de rodadura colocada en los cuadrantes de El Mortero, Sarapiquí.



Superficie de capa tipo Base granular (BG)



Superficie de capa tipo subbase granular (SBG) con
partícula se sobretamaño $TM \approx 200$ mm

Figura 8. Tipo de material granular utilizado en los cuadrantes de El Mortero, Sarapiquí

4.3.5 Sobre los deterioros observados en la capa granular de rodadura

Los caminos de los cuadrantes de El Mortero, Sarapiquí, donde se colocó una CGR presentan una buena condición superficial generalizada. Sin embargo, se observaron algunos deterioros como agregado suelto y huecos, que describen con detalle en cada punto de evaluación del Anexo 1 y se resumen a continuación:

- **Agregado suelto:** se observó agregado suelto en el centro y ambos lados de la calzada en prácticamente todos los caminos donde se colocó el material tipo BG. En los puntos de inspección se midió agregado suelto desde 1 cm hasta 8 cm de altura, lo que se asocia con un nivel desde leve hasta severo, como se observa en la Figura 9. El agregado suelto puede asociarse a falta de compactación y al uso de material granular con plasticidad muy baja o nula, lo que lo hace susceptible a soltarse con la vibración del tránsito vehicular, sobre todo en condiciones secas.



(a) Agregado suelto severo (altura=8 cm) en sitio de inspección 3.



(b) Agregado suelto moderado (altura=3 cm) en sitio de inspección 9.



(c) Agregado suelto leve (altura=1,5-2 cm) en sitio de inspección 17.

Figura 9. Agregado suelto en los caminos de El Mortero, Sarapiquí.

- **Huecos:** se observaron algunos huecos en la CGR en los puntos de inspección 3, 4 y 5, de severidad leve con diámetro de hasta $\varnothing = 1,1$ m y profundidad $P=5$ cm. Los huecos se presentan principalmente en el camino Cuadrantes 1, donde circula el mayor volumen de tránsito y por lo tanto se produce el mayor deterioro de la superficie del camino. Se observó la mayor cantidad de huecos en el camino que va desde el puente colgante, hacia la plaza de El Mortero. En esta zona la tracción de los vehículos genera agregado suelto que luego produce huecos en el centro de la vía, cuando se acumula agua pluvial que no puede drenar hacia los lados por la falta de pendiente transversal, como se muestra en la Figura 10.



(a) Huecos de $\varnothing=1,1$ m y $P=5$ cm en sección curva.



(a) Huecos de $\varnothing=0,6$ m y $P=5$ cm en sección recta.

Figura 10. Varios huecos en camino Cuadrantes 1 de El Mortero, Sarapiquí.



4.3.6 Sobre taludes de corte

Se observaron en varios puntos de los caminos, que se conformaron taludes de corte con una pendiente aproximada de 1V:0,5H. La pendiente de los taludes es alta para el tipo de suelo fino arcilloso que se observa en la mayoría de los sitios de corte, lo que hace que sean susceptibles a la erosión, desprendimientos y deslizamientos.

Se identificaron desprendimientos y deslizamientos de los taludes de corte en los puntos 8, 9, 12, 25 y 28, según el mapa de sitios evaluados de Figura 2, donde algunos árboles han caído sobre la vía y el suelo que se ha deslizado hasta obstruir las cunetas, lo que puede contribuir al deterioro del camino durante eventos de lluvias como se muestra en la Figura 11 y Anexo 1. En estos sitios se recomienda realizar limpieza del material deslizado lo antes posible para recuperar la conformación de la cuneta, sembrar zacate, plantas rastreras o pasto vetiver para mitigar la erosión, así como procurar la conformación de los taludes con una pendiente menor, lo más cercana posible a 1V:1H, de acuerdo con el derecho de vía disponible.



Figura 11. Taludes de corte que donde se han presentado deslizamientos que obstruyen cunetas.



4.4 Evaluación visual de pasos de alcantarilla

Durante el recorrido de los caminos de El Mortero, Sarapiquí, se evaluaron de forma visual los pasos de alcantarillas y las entradas a propiedades que fueron colocadas por la municipalidad durante las obras de mejoramiento. Los principales hallazgos observados se resumen a continuación.

4.4.1. Sobre las entradas a casas y propiedades

Se colocó tubería de concreto en las entradas a casas y propiedades en muchos sitios de los cuadrantes del El Mortero. Esta práctica es positiva ya que permite el drenaje libre de la escorrentía pluvial por las cunetas del camino sin provocar acumulaciones o desvíos que deterioren el hombro del camino. Sin embargo, se señalan las siguientes oportunidades de mejora:

- No hay junta de mortero o solaqueo entre tubos: se observó que se utilizaron tubos de concreto de diámetro $\varnothing=40$ cm, que no fueron solaqueados o sellados con una junta de mortero, lo que puede favorecer su desplazamiento o fugas, como se observa en la Figura 12.
- No hay cabezales: se observó que no se colocaron cabezales en los pasos de las entradas a casas o propiedades, lo cual podría favorecer su desplazamiento cuando pase algún vehículo o en el caso de que el caudal de las cunetas aumente durante lluvias, como se observa en la Figura 12.



Figura 12. Entradas a casas y propiedades con tubería de concreto.



4.4.2 Sobre los pasos de alcantarilla existentes

Se evaluaron los 24 pasos de alcantarilla de tubería de concreto, que se colocaron para el drenaje de escorrentía pluvial y cauces que atraviesan los caminos, en las ubicaciones que se muestran en el mapa de la Figura 13. **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** El detalle de la evaluación para cada paso de alcantarilla se incluye en el Anexo 2 y a continuación se presenta un resumen de las observaciones obtenidas.

- **No hay junta de mortero o solaqueo entre tubos:** durante la evaluación se observó que solamente en dos de los 24 pasos de alcantarilla se aplicó mortero o solaqueo entre los tubos de concreto, como se muestra en la Figura 14. El solaqueo permite sellar la junta con mortero para evitar filtraciones que socaven el apoyo del tubo, lo que a su vez podría generar desde deformaciones y asentamientos en el camino, hasta el colapso del paso de alcantarilla en caso extremo.
- **No hay cabezales:** ninguno de los pasos de alcantarilla evaluados cuenta con cabezales, como se muestra en el Anexo 2 y Figura 15. Los cabezales son paredes de concreto que sirven para mantener unidos los tubos del paso de alcantarilla y soportar el relleno sobre el tubo y en los lados del camino. Cuando un paso de alcantarilla no tiene estos elementos la hace susceptible a desplazamientos laterales y deformaciones por las cargas de tránsito sobre el relleno, que pueden provocar desde filtraciones internas hasta el colapso del paso en caso extremo.
- **No hay aletones ni delantales:** ninguno de los pasos de alcantarilla evaluados tiene aletones o delantales como se observa en la Figura 15. Esto los hace susceptibles a deslizamientos y erosión de los taludes de relleno, principalmente cuando éste es mayor a 1 m de altura sobre la corona del tubo de concreto y susceptibles a socavación a la salida del tubo por la ausencia de delantales.
- **Sedimento:** se observó presencia de sedimento en la entrada, salida e interior de varios de los pasos de alcantarilla evaluados, como se especifica en el Anexo 2 y la Figura 16. La acumulación de sedimento reduce la capacidad de drenaje de los pasos de alcantarilla, lo que puede generar acumulaciones en la entrada y socavación en la salida por el aumento en la velocidad del flujo.
- **Erosión del relleno:** se observa la formación de cárcavas y surcos profundos por erosión, en los taludes de relleno de los pasos de alcantarilla ubicados en los puntos 10, 14, 15 y 20 de la Figura 13, como se muestra en la Figura 17.
- **Socavación:** se observó que el día 25-08-2020 los pasos de alcantarilla ubicados en los puntos 3 y 22 de la Figura 13, presentaron socavación principalmente en la salida, debido al aumento de velocidad producido por el caudal del cauce, como se muestra en la Figura 18. El paso en el punto 22 fue reparado para el 02-09-2020. Sin embargo, una creciente futura podría volver a socavar el relleno, debido al aumento de velocidad que se produce en la salida y a la ausencia de cabezales, delantales y aletones.

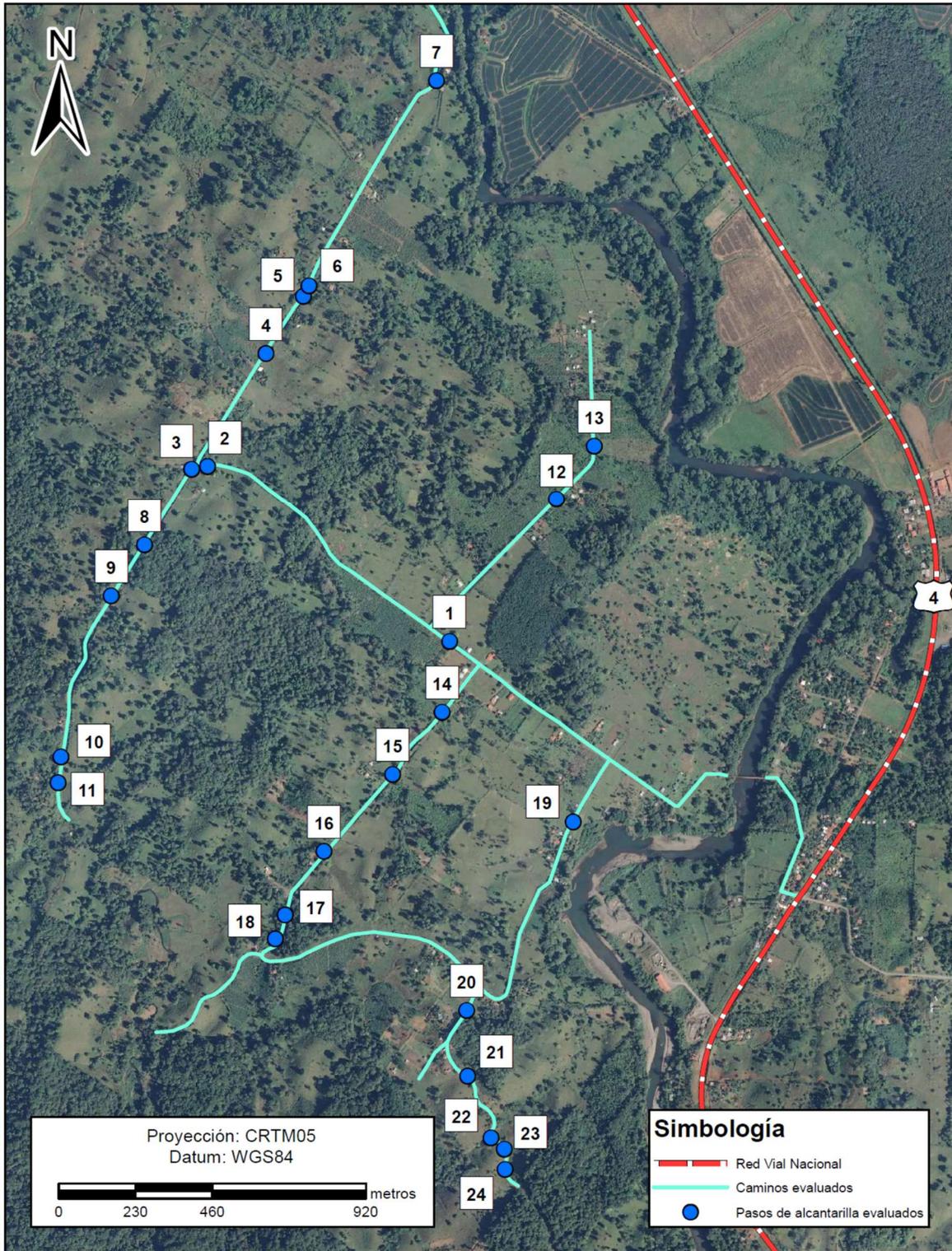


Figura 13. Mapa de pasos de alcantarilla evaluados.



Figura 14. Pasos de alcantarilla sin mortero o solaqueo en las juntas.



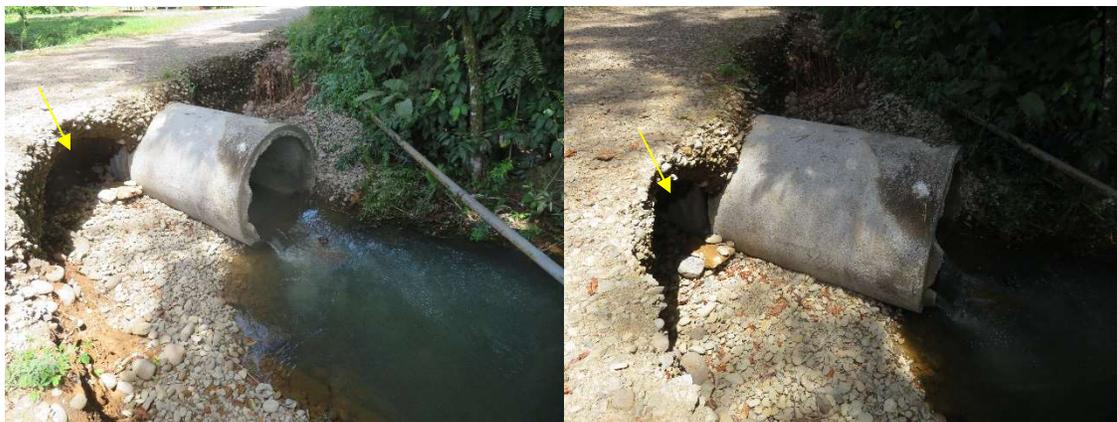
Figura 15. Paso de alcantarilla sin cabezales, aletones ni delanteras.



Figura 16. Pasos de alcantarilla con sedimento en el interior y salida.



Figura 17. Erosión del talud de relleno en pasos de alcantarilla.



a) Punto 3 del mapa de pasos de alcantarilla de la Figura 13 (02-09-2020)



25-08-2020 (Fuente: ADI El Mortero)

02-09-2020 (fue reparado)

b) Punto 22 del mapa de pasos de alcantarilla de la Figura 13
Figura 18. Socavación del relleno en la salida de pasos de alcantarilla.

4.4.3 Sobre pasos de alcantarilla faltantes y acumulación de agua en cunetas

Durante la evaluación del 02-09-2020, no se había realizado la colocación del paso de alcantarilla ubicado en el punto 1 de la Figura 21, a pesar de contar con los tubos de concreto, apilados en el lugar, tal y como se muestra en la Figura 19. En este sitio se recomienda realizar un levantamiento topográfico para verificar los niveles existentes en el terreno y evaluar si es necesario elevar el nivel del camino y la cantidad de pasos de alcantarilla que es necesario colocar para drenar adecuadamente la escorrentía pluvial que se acumula actualmente.



Figura 19. Sitio donde no se ha colocado paso de alcantarilla (punto 1 de la Figura 21), donde se presentan acumulaciones de agua que impiden el paso por el camino en Cuadrante 1.

Fuente: Asociación de Desarrollo Integral El Mortero, Sarapiquí (20-06-2020).

Se identificaron tres sitios donde se recomienda valorar la colocación de nuevos pasos de alcantarillas de tubos de concreto con diámetro de al menos $\varnothing=80\text{cm}$, para el drenaje de la escorrentía pluvial del camino y por la topografía de los terrenos aledaños. En la Figura 20 se muestran las fotografías de los sitios indicados.

Punto 4 de la Figura 21.



Punto 5 de la Figura 21.



Punto 6 de la Figura 21.



Figura 20. Sitios donde se recomienda la colocación de pasos de alcantarilla nuevos.

Finalmente, con la colaboración de la ADI El Mortero, se identificaron tres sitios donde se acumula el agua en las cunetas del camino y terrenos aledaños cuando se presentan lluvias. Los sitios se ubican frente a la Escuela de El Mortero (punto 2), en un paso de alcantarilla recientemente colocado (punto 3) y en la intersección de Cuadrantes 1 y 5 (punto 7) como se muestra en la Figura 21, Figura 22 y Figura 23.

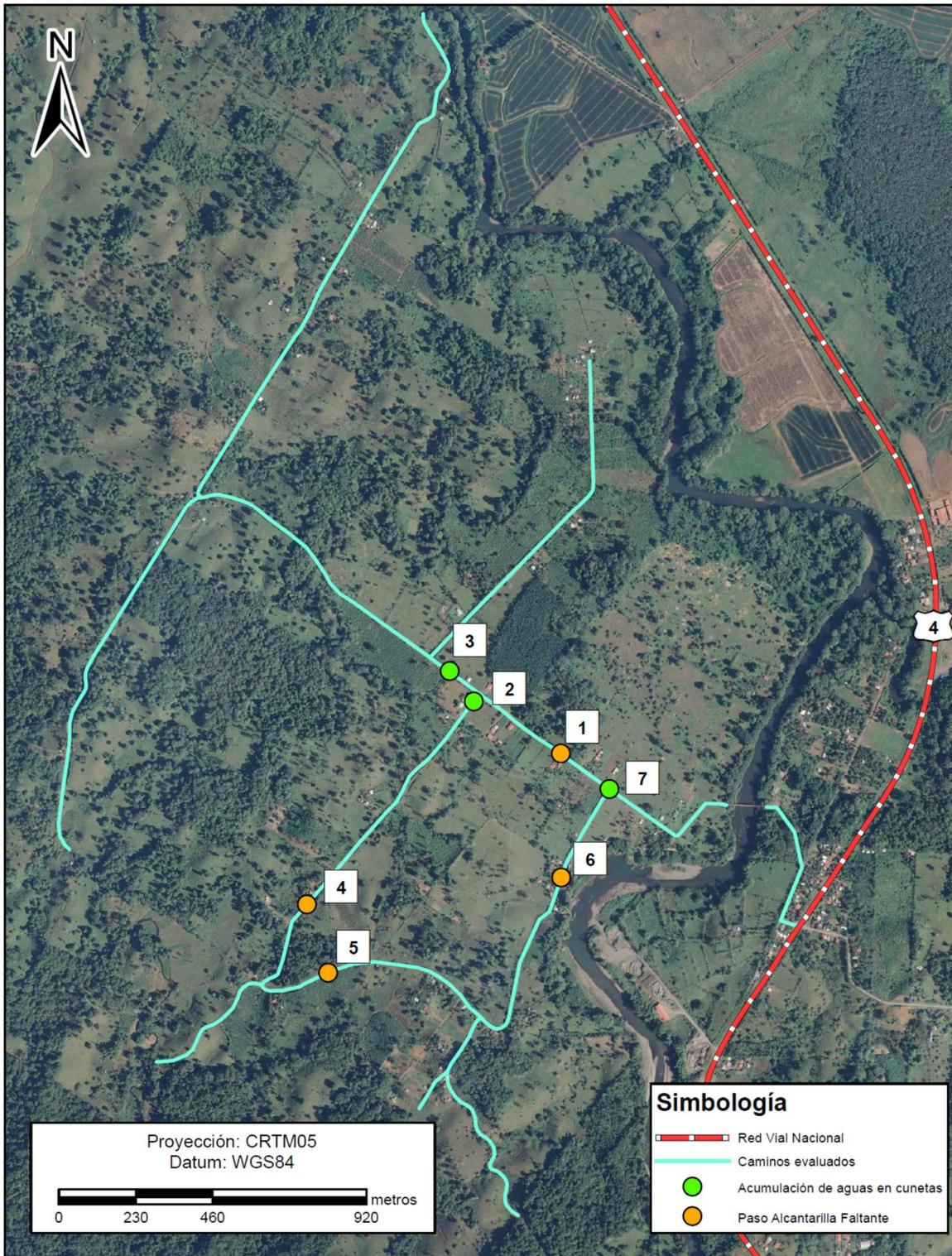


Figura 21. Mapa de pasos de alcantarilla faltantes y sitios de acumulación de agua en cunetas.

Frente a la Escuela (Punto 2 de la Figura 21).



Agua en cunetas (Punto 3 de la Figura 21)



Figura 22. Acumulación de agua en cunetas puntos 2 y 3 de la Figura 21.
Fuente: Asociación de Desarrollo Integral El Mortero, Sarapiquí (20-06-2020).

Punto 7 de la Figura 21.



Figura 23. Acumulación de agua en cunetas punto 7 de la Figura 21 que provoca inundación de propiedad privada adyacente.

Fuente: Asociación de Desarrollo Integral El Mortero, Sarapiquí (20-06-2020).



5. RECOMENDACIONES

Luego de señalar lo que se observó durante la evaluación visual de los caminos y pasos de alcantarilla, a continuación, se realiza una serie de recomendaciones con el objetivo de complementar y mejorar las obras realizadas en los caminos de El Mortero, Sarapiquí.

5.1 Recomendaciones generales

- Se recomienda realizar una reunión entre la UTGV de la Municipalidad de Sarapiquí y la ADI de El Mortero, para plantear un plan de mantenimiento y mejora de los caminos por etapas, que se ajuste con las necesidades y expectativas de la comunidad, de acuerdo con la disponibilidad de recursos de la Municipalidad.
- Se recomienda priorizar la intervención de drenajes para luego desarrollar la estructura de pavimento de los caminos.
- Dado que los caminos dan servicio a un bajo volumen vehicular, se recomienda valorar el refuerzo de la capa de base granular y luego la utilización de sellos o tratamientos superficiales asfálticos, como alternativa a carpetas asfálticas para la impermeabilización de la capa granular de rodadura, debido a las limitaciones existentes de acceso de maquinaria pesada por el puente colgante El Mortero, sobre el río Puerto Viejo.

5.2 Sobre el camino de acceso

- Se recomienda realizar limpieza del derecho de vía y cunetas para eliminar el exceso de maleza en los lados del camino y cunetas.
- Se recomienda realizar reparaciones en las cunetas de tierra o revestir los puntos donde se identificó incipiente erosión pluvial de la capa de base granular para evitar mayor deterioro.
- Se recomienda realizar el señalamiento horizontal correspondiente del camino.

5.3 Sobre el puente colgante sobre el Río Puerto Viejo

- La regulación de carga máxima (6 toneladas) en el puente se considera adecuada considerando la configuración estructural y la antigüedad del puente. No se recomienda la utilización de la estructura para el paso de camiones pesados o articulados.
- Se recomienda realizar obras de reparación y mantenimiento en la zona inferior del puente. Específicamente se considera necesario readecuar la configuración de las crucetas inferiores para que sean funcionales. Adicionalmente es necesario realizar labores de remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo en todos los elementos del tablero.



- Se recomienda realizar una revisión de la condición de las láminas tipo punta de diamante colocadas en la superficie de rueda del puente; pues algunas de éstas presentan deformaciones y puntos de conexión sueltos.
- El puente presenta una deformación notable en las barandas, lo cual es un signo de sobrecargas en el puente. Se recomienda dar seguimiento al comportamiento del puente para identificar posibles incrementos en las deformaciones observadas y colocar medidas de restricción para el paso de vehículos pesados que puedan incrementar estas deformaciones.

5.4 Sobre los caminos con capa granular de rodadura

- Se recomienda realizar una reconfiguración superficial de la CGR (capa granular de rodadura) lo antes posible en el Cuadrante 1, de forma que se reincorpore el agregado suelto de los lados y centro de la calzada y se corrijan los huecos observados, antes de que los deterioros se extiendan. Se puede utilizar como referencia las indicaciones de la Sección 502 del Manual de Conservación Vial del MOPT (MCV-2015).
- Se recomienda monitorear la condición de los caminos de los Cuadrantes 2, 3, 4 y 5 (donde se colocó material tipo BG y SBG), que durante la evaluación se encontraban en buena condición superficial, sin embargo, se requiere el monitoreo para definir el momento idóneo para ejecutar las actividades de reconfiguración y compactación, de manera que los deterioros no lleguen a ser moderados o severos.
- Se recomienda colocar la capa de material tipo BG sobre la capa de material tipo SBG que ya se encuentra colocada en sitio, en los Cuadrantes 3, 6 y 7 (donde solo se colocó material tipo SBG). Se puede utilizar como referencia la Sección 301 del Manual CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).
- Se recomienda realizar la reconfiguración de la CGR con una pendiente transversal de 4 a 6% hacia ambos lados sin redondear el centro de la calzada, para evitar la formación de charcos, generar un buen drenaje pluvial hacia las cunetas y por lo tanto obtener mayor durabilidad del camino.
- Se recomienda que el proceso de colocación de material granular para la CGR, ya sea tipo BG o SBG, se realice aplicando el contenido de humedad óptimo $\pm 2\%$ y verificando que se alcance al menos 97% de la densidad máxima de Proctor Modificado (de acuerdo con los datos de laboratorio del material), como lo indica la Sección 301 para BG y SBG o la Sección 312 Lastrado (capa de rodadura).
- Si el material de la CGR tiene una baja o nula plasticidad, se recomienda valorar la incorporación y mezcla de un material con mayor contenido de finos plásticos que permita generar mayor cohesión, de forma que se reduzca el agregado suelto y el polvo en condiciones secas.
- Se recomienda aplicar como buena práctica de ingeniería, que el espesor mínimo de una capa granular sea de tres veces el tamaño máximo del material utilizado,



para lograr una densificación efectiva de la capa durante la compactación mecánica. De acuerdo con lo anterior y las Tablas 703-06 y 703-07 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010), el espesor mínimo de una capa de SBG es de 19 cm y el espesor mínimo de una capa de BG es de 15 cm. En el caso de un Lastrado (capa de rodadura) el espesor mínimo sería de 21 cm según la Sección 312.02 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).

- Realizar mantenimiento rutinario en todos los caminos de El Mortero, para eliminar la maleza y sedimento acumulado en las cunetas y derecho de vía.
- Se recomienda utilizar materiales granulares triturados preferiblemente, que no posean exceso de partículas de sobretamaño que dificultan el proceso de colocación, distribución, conformación y compactación.
- Se recomienda realizar limpieza de los taludes de corte donde se presentaron deslizamientos para evitar la obstrucción de las cunetas y posible daño del camino, sembrar zacate, plantas rastreras o pasto vetiver para mitigar la erosión en los taludes de corte de suelo arcilloso muy fino y además procurar reconformar los cortes con una pendiente máxima de 1V:1H en los sitios susceptibles a deslizamientos y donde se cuente con el derecho de vía disponible para esto.

5.5 Sobre los pasos de alcantarilla

- Se recomienda evaluar la colocación de los tubos de concreto, en cada uno de los pasos de alcantarilla, para verificar si cuentan con la correspondiente cama de apoyo y que el relleno fue compactado de forma adecuada en ambos lados de la tubería. Se puede utilizar como referencia la Sección 602.04 del Manual CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).
- Se recomienda aplicar mortero en la junta de los tubos de concreto en toda la circunferencia interna y externa (donde sea posible), para sellar y evitar filtraciones que erosionen la capa de apoyo del tubo, así como desplazamientos o asentamientos entre un tubo y el otro. Se puede utilizar como referencia la Sección 302.04 del Manual CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).
- Se recomienda construir cabezales para todos los pasos de alcantarilla de acuerdo con la Sección 604 del Manual CR-2010 y los diseños estándar que se incluyen en el Manual Normas y Diseños del MOPT.
- Se recomienda valorar los pasos de alcantarilla donde es necesario la construcción de aletones y delantales de acuerdo con la Sección 604 del Manual CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) y las indicaciones del Manual Normas y Diseños del MOPT. Prioritariamente valorar los pasos de alcantarilla ubicados en los puntos 3, 14, 15, 20 y 22.
- Se recomienda realizar un estudio hidrológico para estimar el caudal de diseño y verificar el diámetro requerido del tubo, al menos para los pasos de alcantarilla



identificados en los puntos 3, 14, 15, 22 de acuerdo con la Figura 13, donde se identificaron cauces con mayor caudal y problemas de socavación.

- Se recomienda verificar el diseño del paso de alcantarilla a colocar en el punto 1 de la Figura 21, por medio de un estudio hidrológico que incluya levantamiento topográfico, de forma que se valore si es necesario levantar el nivel del camino y el número de pasos de alcantarilla y diámetro de cada uno, para drenar de forma adecuada el caudal que se acumula en este punto durante las lluvias.
- Se recomienda colocar nuevos pasos de alcantarilla para drenar escorrentía pluvial de los caminos y terrenos aledaños, con diámetro mínimo de $\varnothing=80\text{cm}$ en los sitios 1, 4, 5 y 6 identificados en la Figura 21.
- Se recomienda utilizar tubería de concreto reforzada Clase III C-76.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). *Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes MCV-2015*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Molina, J. (01 de junio de 2020). *Asociación de Desarrollo Integral de El Mortero, Sarapiquí*. (A. U. (LanammeUCR), Entrevistador)

Zúñiga, Y. (01 de junio de 2020). *UTGV de la Municipalidad de Sarapiquí*. (A. U. (LanammeUCR), Entrevistador)



7. ANEXOS

Anexo 1	Tabla de sitios de evaluación de los caminos
Anexo 2	Tabla de pasos de alcantarilla evaluados

ANEXO 1. Tabla de sitios de evaluación de los caminos.

Sitio del mapa	Código camino (camino mapa)	Ancho de cunetas (m)		Calzada				Descripción	Fotos
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo (%)		Espesor (m)		
					LI	LD			
1	C4-10-013 (Cuadrantes 1)	1,5 P=50 cm	1,5 P=50 cm	5,6	4,2	4,3	0,05 CA 0,12 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso con CA • Cunetas con maleza en ambos lados de la vía 	 
2	C4-10-013 (Cuadrantes 1)	1,5 P=50 cm	-	5,5	4,3	4,1	0,05 CA 0,12 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso con CA • Cunetas en tierra con moderada erosión de CGR 	 
3	C4-10-013 (Cuadrantes 1)	2,0 P=80 cm	2,8 P=80 cm	4,8	3,6	5,5	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Material granular con sobretamaño y erosión • Agregado suelto LD (A=8cm) • Algunos huecos (Ø=60cm, P=5cm) 	 

Nota: CA=Carpeta asfáltica, CGR= capa granular de rodadura, Ø=diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Ancho de cunetas (m)		Calzada				Descripción	Fotos
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo (%)		Espesor (m)		
					LI	LD			
4	C4-10-013 (Cuadrantes 1)	1,4 P=50 cm	2,0 P=50 cm	7,2	2,4	3,5	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Agregado suelto en ambos lados (A=4cm) • Leve erosión superficial en el material de CGR • Huecos de hasta $\varnothing=60$cm, P=2,5cm • Entrada a casa $\varnothing=36$cm sin cabezales 	
5	C4-10-013 (Cuadrantes 1)	1,8 P=45 cm	1,8 P=45 cm	-	1,6	4,6	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Agregado suelto en ambos lados (A=4cm) • Leve erosión superficial en el material de CGR • Huecos de hasta $\varnothing=1,1$m, P=5cm 	
6	C4-10-013 (Cuadrantes 2)	1,7 P=60 cm	2,1 P=50 cm	6,3	2,5	1,1	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Agregado suelto en ambos lados (A=2cm) • Buena condición superficial de capa de CGR • Acumulación de agua en cunetas 	

Nota: CA=Carpeta asfáltica, CGR= capa granular de rodadura, \varnothing =diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Ancho de cunetas (m)		Calzada				Descripción	Fotos
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo(%)		Espesor (m)		
					LI	LD			
7	C4-10-013 (Cuadrantes 2)	1,5 P=40 cm	1,7 P=40 cm	5,6	4,4	3,2	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Agregado suelto en ambos lados y centro de calzada, se marca huella vehicular, P=3cm • Mucha maleza en cunetas • Buena condición superficial de CGR, no hay huecos 	
8	C4-10-013 (Cuadrantes 2)	2,0	N/A	6,8	3,1	1,6	0,3 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Algunas partículas de sobretamaño en el material de CGR • Taludes de corte LD con pendiente 1V:0,5H, con deslizamientos en varios puntos que obstruyen las cunetas. • Paso de quebrada, donde se habilitó el paso sobre un tubo de concreto (15-06-2020) • El paso sufrió socavación en la salida y se perdió 1,5 m de ancho del relleno del camino, con 1,5 m adicionales socavados debajo del relleno (02-09-2020) 	<p>15-06-2020</p>  <p>02-09-2020</p> 

Nota: CA=Carpeta asfáltica, CGR= capa granular de rodadura, Ø=diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Ancho de cunetas (m)		Calzada				Descripción	Fotos
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo (%)		Espesor (m)		
					LI	LD			
9	C4-10-013 (Cuadrantes 2)	2,5	1,7 P=80 cm	6,1 P=45 cm	3,5	2,4	0,4 CGR	<ul style="list-style-type: none"> Buena condición general del material de ruedo, no hay huecos Agregado suelto en ambos lados y centro de calzada A=3cm Se observó un talud al LD del camino con pendiente de 1V:0,5H con varios puntos de deslizamiento (02-09-2020) El material deslizado bloque la cuneta. 	<p>15-06-2020</p>  <p>02-09-2020</p> 
10	C4-10-013 (Cuadrantes 2)	N/A	1,7 P=40 cm	6,0	5,0	0,3	0,25 CGR	<ul style="list-style-type: none"> Se observa cambio en el tipo de material de CGR. Material de CGR más grueso con partículas sobretamaño (tipo SBG) 	

Nota: CA=Carpeta asfáltica, BG=base granular, SBG=Subbase granular, CGR= capa granular de rodadura, Ø=diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino Mapa	Ancho de cunetas (m)		Calzada			Descripción	Fotos	
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo (%)				Espesor (m)
					LI	LD			
11	C4-10-015 (Cuadrantes 3)	-	-	6,1	2,5	4,5	0,35 CGR (0,10 BG) (0,25 SBG)	<ul style="list-style-type: none"> Buena condición superficial sin huecos. Agregado suelto en toda la calzada A=1,5cm 	
12	C4-10-015 (Cuadrantes 3)	-	-	-	-	-	-	<p>02-09-2020</p> <ul style="list-style-type: none"> Se identifican deslizamientos en talud de corte de LI del camino con altura máxima de 6m aprox. Deslizamientos se extienden por un tramo de 200 m del camino. Talud de corte muy empinado 1V:0,5H. El material deslizado obstruye las cunetas del camino. <p>02-09-2020</p> 	

Nota: CA=Carpeta asfáltica, BG=base granular, SBG=Subbase granular, CGR= capa granular de rodadura, Ø=diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino Mapa	Ancho de cunetas (m)		Calzada			Descripción	Fotos	
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo (%)				Espesor (m)
					LI	LD			
13	C4-10-015 (Cuadrantes 3)	1,8 P=45 cm	1,0 P=50 cm	6,5	0,2	2,3	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> Entrada a propiedad que genera erosión del material de CGR Se observan surcos y bloqueo de la cuneta LD provocados por entrada a propiedad 	
14	C4-10-015 (Cuadrantes 3)	-	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Se observa construcción de entrada de propiedad en LD del camino. El acceso obstruye la cuneta por completo e invade el camino. 	
15	C4-10-015 (Cuadrantes 4)	1,5 P=50 cm	1,5 P=45 cm	5,3	7,2	4,2	-	<ul style="list-style-type: none"> Camino C4-10-015 Mucha maleza en cuneta LI Agregado suelto ambos lados y centro de calzada A=3cm No se observan huecos en CGR 	
16	C4-10-015 (Cuadrantes 4)	1,0 P=30 cm	1,0 P=35 cm	6,1	8,7	1,0	0,35 CGR (0,10 BG) (0,25 SBG)	<ul style="list-style-type: none"> Agregado suelto en ambos lados y centro de calzada, A=3cm Calzada sin huecos Leve erosión de material de CGR, se observan partículas de SBG. 	

Nota: CA=Carpeta asfáltica, BG=base granular, SBG=Subbase granular, CGR= capa granular de rodadura, Ø=diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Ancho de cunetas (m)		Calzada			Descripción	Fotos	
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo (%)				Espesor (m)
					LI	LD			
17	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	1,5 P=40 cm	1,5 P=60 cm	8,0	9,2	2,2	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Frente a la Escuela de El Mortero • Agregado suelto en toda la calzada A=1-2cm • No se observan huecos, corrugaciones, deformaciones o ahuellamientos 	
18	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	-	-	5,5	0,4	6,2	>0,5 CGR y relleno	<ul style="list-style-type: none"> • Material CGR en buena condición general, sin huecos o ahuellamientos • Agregado suelto en toda la calzada A=1,5cm • Algunas partículas de sobretamaño en material de SBG 	
19	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	-	-	5,7	1,6	2,0	0,4 CGR y relleno	<ul style="list-style-type: none"> • Agregado suelto en ambos lados y centro de la calzada A=1,5-2,0cm • Algunas partículas de sobretamaño en material de SBG 	

Nota: CA=Carpeta asfáltica, BG=base granular, SBG=Subbase granular, CGR= capa granular de rodadura, Ø=diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

ok

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Ancho de cunetas (m)		Calzada				Descripción	Fotos
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo (%)		Espesor (m)		
					LI	LD			
20	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	1,0	1,5	5,3	2,4	2,2	0,3 CGR	<ul style="list-style-type: none"> Punto bajo del terreno donde no hay paso de alcantarilla Agregado suelto en ambos lados y centro de la calzada A=3-4cm 	 
21	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	0,9 P=20 cm	1,0 P=25 cm	4,9	1	3,8	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> Agregado suelto en ambos lados y centro de la calzada A=1-3cm Se observan algunos huecos Ø=60cm P=3cm 	 
22	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	1,5 P=30 cm	1,2 P=30 cm	5,2	1,8	1,2	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> Punto bajo del terreno donde no hay paso de alcantarilla Agregado en ambos lados y centro de la calzada A=1-2cm 	 

Nota: CA=Carpeta asfáltica, BG=base granular, SBG=Subbase granular, CGR= capa granular de rodadura, Ø=diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Ancho de cunetas (m)		Calzada			Descripción	Fotos	
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo (%)				Espesor (m)
					LI	LD			
23	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	1,3 P=45 cm	1,3 P=45 cm	5,2	1,1	3,3	0,3 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Agregado suelto en ambos lados y centro de la calzada A=2-4cm • Se observan algunos huecos Ø=60cm P=3cm 	
24	C4-10-015 (Cuadrantes 6)	-	1,5 P=50 cm	5,7	-	-	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Desvío hacia LD • Camino con CGR de material más grueso tipo SBG • Material con sobretamaños de hasta TM>10cm • Maleza en cunetas y en calzada 	
25	C4-10-015 (Cuadrantes 6)	1,5 P=50 cm	-	5,6	1,0	2,0	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Camino con CGR de material más grueso tipo SBG • Varios deslizamientos en talud LD por corte vertical 1V:0.5H. • También se observa árbol caído sobre el camino. 	

Nota: CA=Carpeta asfáltica, BG=base granular, SBG=Subbase granular, CGR= capa granular de rodadura, Ø=diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Ancho de cunetas (m)		Calzada			Descripción	Fotos	
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo (%)				Espesor (m)
					LI	LD			
26	C4-10-015 (Cuadrantes 7)	-	-	5,5	0,8	1,4	0,17 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Material de CGR grueso tipo SBG • Sitio de relleno por paso de alcantarilla 	
27	C4-10-015 (Cuadrantes 7)	1,3 P=20 cm	1,3 P=20 cm	5,5	3,9	4,0	0,12-0,15 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Material de CGR grueso tipo SBG • Algunas partículas de sobretamaño en el material de CGR 	

Nota: CA=Carpeta asfáltica, BG=base granular, SBG=Subbase granular, CGR= capa granular de rodadura, Ø=diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Ancho de cunetas (m)		Calzada				Descripción	Fotos
		LI	LD	Ancho (m)	Bombeo (%)		Espesor (m)		
					LI	LD			
28	C4-10-015 (Cuadrantes 7)	-	1,0 P=30 cm	5,5	2,5	6,0	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Material de CGR grueso tipo SBG • Algunas partículas de sobretamaño en el material de CGR, TM>10cm • Taludes en LD del camino con pendiente 1V:0,5H (22-06-2020). • Los taludes del LD presentan al menos 5 puntos de deslizamiento (02-09-2020). 	<p style="text-align: center;">22-06-2020</p>  <p style="text-align: center;">02-09-2020</p> 
29	C4-10-015 (Cuadrantes 7)	-	-	4,8	-	-	0,2 CGR	<ul style="list-style-type: none"> • Material de CGR grueso tipo SBG • Algunas partículas de sobretamaño en el material de CGR TM TM>10cm 	

Nota: CA=Carpeta asfáltica, BG=base granular, SBG=Subbase granular, CGR= capa granular de rodadura, Ø=diámetro, P= profundidad, A=altura, LI=lado izquierdo, LD=lado derecho, AL=ambos lados

ANEXO 2. Tabla de pasos de alcantarilla evaluados

Sitio del mapa	Código camino (camino mapa)	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos
		Ø (m)	L (m)	SO	Cabezales			
					E	S		
1	C4-10-013 (Cuadrantes 2)	0,6	7	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) Entrada y salida presentan acumulación de aguas Sedimento en interior del paso de alcantarilla 	
2	C4-10-013 (Cuadrantes 2)	0,6	15	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) Entrada y salida con acumulación de sedimentos por cortes de terreno cercanos. Se observa erosión del terreno en la entrada del paso de alcantarilla (02-09-2020) por la falta de cabezal de entrada. 	<p style="text-align: center;">15-06-2020</p>  <p style="text-align: center;">02-09-2020</p> 

Nota: Ø=diámetro, L=longitud, SO=solaqueo de mortero entre tubos de concreto, E=entrada, S=salida

Sitio del mapa	Código camino/camino mapa	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos
		Ø (m)	L (m)	SO	Cabezales			
					E	S		
3	C4-10-013 (Cuadrantes 2)	1,5	8	No	No	No	<p>15-06-2020</p>  <p>02-09-2020</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Paso de alcantarilla de tubos antiguos • No hay cabezales ni aletones • Se colocaron troncos en la entrada, para ayudar a retener terraplén del camino • Este paso permite el acceso hacia el puente peatonal • Acumulación de agua en entrada y socavación en salida (15-06-2020) • Se observa erosión grave del terraplén del camino en la salida del paso de alcantarilla (02-09-2020). • El río erosionó 1,5 m de relleno y socavó el terraplén 1,5 m adicionales (02-09-2020). • El tubo utilizado presenta deterioros como fracturas en las campanas y acero expuesto, lo que puede provocar deformaciones del paso de alcantarilla y fugas. • El cauce a la salida del paso de alcantarilla presenta socavación debido a la velocidad del agua. 	

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos
		Ø (m)	L (m)	SO	Cabezales			
					E	S		
4	C4-10-015 (Cuadrantes 2)	0,7	9	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> • No hay cabezal de entrada ni salida • Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) • Sedimento acumulado en el interior del paso de alcantarilla y a la salida 	 
5	C4-10-015 (Cuadrantes 2)	0,8	9	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> • No hay cabezal de entrada ni salida • Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) • Sedimento acumulado en el interior del paso de alcantarilla 	 
6	C4-10-015 (Cuadrantes 2)	0,7	7	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> • No hay cabezal de entrada ni salida • Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) 	 

Nota: Ø=diámetro, L=longitud, SO=solaqueo, E=entrada, S=salida

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos
		Ø (m)	L (m)	SO	Cabezales			
					E	S		
7	C4-10-015 (Cuadrantes 2)	0,8	10	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) Mucho sedimento en interior del paso de alcantarilla 	 
8	C4-10-015 (Cuadrantes 3)	0,8	9	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) Sedimento en interior del paso de alcantarilla Tubo fracturado con acero expuesto en entrada del paso de alcantarilla 	 
9	C4-10-015 (Cuadrantes 3)	0,8	9	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) Acumulación de agua en entrada del paso de alcantarilla que produce una laguna 	 

Nota: Ø=diámetro, L=longitud, SO=solaqueo, E=entrada, S=salida

Sitio del mapa	Código camino/camino mapa	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos
		Ø (m)	L (m)	SO	Cabezales			
					E	S		
10	C4-10-015 (Cuadrantes 3)	0,6	10	-	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Nivel del paso de alcantarilla genera acumulación de aguas en la entrada y se forma una laguna Relleno de al menos 2 m de altura sobre el paso de alcantarilla susceptible a erosión y deslizamiento del terraplén del camino 	
11	C4-10-015 (Cuadrantes 3)	0,6	9	-	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Relleno de al menos 2 m de altura sobre el paso de alcantarilla Debido a que no hay cabezales el relleno del camino se deslizado en el LD principalmente reduciendo el ancho del camino 	
12	C4-10-015 (Cuadrantes 4)	0,8	9	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) Mucha maleza en AL del camino, en entrada y salida del paso de alcantarilla, lo que reduce el ancho del camino transitable de 5,4m a 3,7m aproximadamente, sobre el paso de alcantarilla Se observan dos tubos sobrantes al lado del camino 	

Nota: Ø=diámetro, L=longitud, SO=solaqueo, E=entrada, S=salida, LD=lado derecho, AL=ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos
		Ø (m)	L (m)	SO	Cabezales			
					E	S		
13	C4-10-015 (Cuadrantes 4)	0,8	8	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) Se observan tres tubos sobrantes al lado del camino Sedimento en entrada, salida e interior del paso de alcantarilla 	
14	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	1,2	8	Sí	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Nivel del paso de alcantarilla genera acumulación de aguas en la entrada y salida, se forman lagunas en AL Relleno del paso de alcantarilla de 1,5 m de altura aprox. Se observa erosión de rellenos en AL del camino. De junio a setiembre la erosión ha aumentado en ambos taludes. 	<p style="text-align: center;">22-06-2020</p>  <p style="text-align: center;">02-09-2020</p> 

Nota: Ø=diámetro, L=longitud, SO=solaqueo, E=entrada, S=salida, AL= ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos
		Ø (m)	L (m)	SO	Cabezales			
					E	S		
15	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	1,2	10	Sí	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Nivel del paso de alcantarilla genera acumulación de aguas en la entrada y salida, se forman lagunas en AL Relleno del paso de alcantarilla de 1 m de altura aprox. Se observa sedimento en el interior del paso de alcantarilla. Se observa erosión de rellenos en ambos taludes de relleno. De junio a setiembre la erosión ha aumentado en ambos taludes. 	<p>22-06-2020</p>  <p>02-09-2020</p> 
16	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	0,8	9	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) Cobertura del relleno sobre corona del tubo es menora a 30 cm Sedimento en entrada, salida e interior del paso de alcantarilla Paso de alcantarilla desalineado respecto a dirección del flujo de escorrentía que evacua 	

Nota: Ø=diámetro, L=longitud, SO=solaqueo, E=entrada, S=salida

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos
		Ø (m)	L (m)	SO	Cabezales			
					E	S		
17	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	0,8	9	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> • No hay cabezal de entrada ni salida • Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) • Nivel del paso de alcantarilla genera acumulación de agua en la entrada y se forma una laguna • Cobertura del relleno sobre corona del tubo es menor a 30 cm • Sedimento en entrada, salida e interior del paso de alcantarilla 	 
18	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	0,8	9	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> • No hay cabezal de entrada ni salida • Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) • Cobertura del relleno sobre corona del tubo es menor a 30 cm • Sedimento en entrada, salida e interior del paso de alcantarilla 	 
19	C4-10-015 (Cuadrantes 5)	0,8	9	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> • No hay cabezal de entrada ni salida • Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) • Mucho sedimento en el interior del paso de alcantarilla • Relleno de al menos 1 m de altura 	 

Nota: Ø=diámetro, L=longitud, SO=solaqueo, E=entrada, S=salida, AL= ambos lados

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos
		Ø (m)	L (m)	SO	Cabezales			
					E	S		
20	C4-10-015 (Cuadrantes 7)	0,8	10	No	No	No	<p>22-06-2020</p>  <p>02-09-2020</p> 	

Nota: Ø=diámetro, L=longitud, SO=solaqueo, E=entrada, S=salida

Sitio del mapa	Código camino/camino mapa	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos
21	C4-10-015 (Cuadrantes 7)	0,6	7,5	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> No hay cabezal de entrada ni salida Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) Tubo de concreto antiguo (sin campana) Sedimento acumulado en entrada, salida e interior del paso de alcantarilla 	
22	C4-10-015 (Cuadrantes 7)	2x 0,8	9	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> Paso de alcantarilla con doble tubería No hay cabezal de entrada ni salida Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) Relleno de 1 m de altura sobre corona del tubo El nivel y capacidad hidráulica del paso de alcantarilla generan acumulación de agua en la entrada y socavación en la salida Se observa sedimento en el agua del cauce. El 27-08-2020 se presentó una crecida de la quebrada que provocó la socavación de la salida del paso de alcantarilla. El 02-09-2020 se observa que el paso ya fue reparado, pero todavía no se construye cabezal, aletones ni delantal para evitar que se repitan los daños del 27-08-2020. 	<p>22-06-2020</p>  <p>28-08-2020</p>  <p>02-09-2020</p>  <p>Fuente: ADI Mortero, 2020</p>

Nota: Ø=diámetro, L=longitud, SO=solaqueo, E=entrada, S=salida

Sitio del mapa	Código camino/ camino mapa	Características de paso de alcantarilla					Descripción	Fotos	
		Ø	L	SO	E	S			
23	C4-10-015 (Cuadrantes 7)	0,4	7,5	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> • No hay cabezal de entrada ni salida • Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) • Se observa sedimento depositado en la entrada y salida del paso de alcantarilla 		
24	C4-10-015 (Cuadrantes 7)	0,6	10	No	No	No	<ul style="list-style-type: none"> • No hay cabezal de entrada ni salida • Tubos de concreto sin mortero (solaqueo) 		

Nota: Ø=diámetro, L=longitud, SO=solaqueo, E=entrada, S=salida