


| | | | | |
|---|--|---------------------|-------------------|-----------------|
|  | UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA | | | |
| | <u>Documento</u> | <u>Código</u> | <u>Fecha</u> | <u>Revisión</u> |
| | FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO | F-AC-DBL-007 | 10-04-2012 | A |
| <u>Dependencia</u> | <u>Aprobado</u> | | <u>Pág.</u> | |
| DIVISIÓN DE BIBLIOTECA | SUBDIRECTOR ACADEMICO | | 1(100) | |

RESUMEN - TESIS DE GRADO

| | |
|---------------------------|--|
| AUTORES | LUIS ENRIQUE SANCHEZ DIAZ JOHAN MACHUCA OLIVEROS |
| FACULTAD | DE INGENIERIAS |
| PLAN DE ESTUDIOS | TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES |
| DIRECTOR | AGUSTIN ARMANDO MACGREGORT TORRADO |
| TÍTULO DE LA TESIS | ESTUDIO DE LAS FALLAS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS PARA EL MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE LAS VIAS PRINCIPALES DEL MUNICIPIO DE TAMALAMEQUE CESAR |

RESUMEN (70 palabras aproximadamente)

ELABORAR UN ESTUDIO DE FALLAS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LAS VÍAS PRINCIPALES DEL MUNICIPIO DE TAMALAMEQUE CESAR MEDIANTE UN DIAGNÓSTICO PARA SU MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN, PERMITIRÁ REALIZAR UNA EVALUACIÓN PARA OBTENER INFORMACIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE LAS VÍAS MEDIANTE LA INSPECCIÓN VISUAL DE LOS DIFERENTES PAVIMENTOS RÍGIDOS SELECCIONADOS. LUEGO ESTOS DATOS SERÁN CONSIGNADOS MEDIANTE PLANOS DE LOCALIZACIÓN DE LAS VÍAS EN ESTUDIO EN AUTOCAD PARA DETALLAR ÁREAS A TRATAR Y DIRECCIONES DE LAS MISMAS.

CARACTERÍSTICAS

| | | | |
|---------------------|----------------|--------------------------|------------------|
| PÁGINAS: 100 | PLANOS: | ILUSTRACIONES: 32 | CD-ROM: 1 |
|---------------------|----------------|--------------------------|------------------|



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



**ESTUDIO DE LAS FALLAS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS PARA EL
MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE LAS VIAS PRINCIPALES DEL
MUNICIPIO DE TAMALAMEQUE CESAR**

**LUIS ENRIQUE SANCHEZ DIAZ
JOHAN MACHUCA OLIVEROS**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIAS
TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES
OCAÑA
2015**

**ESTUDIO DE LAS FALLAS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS PARA EL
MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE LAS VIAS PRINCIPALES DEL
MUNICIPIO DE TAMALAMEQUE CESAR**

**LUIS ENRIQUE SANCHEZ DIAZ
JOHAN MACHUCA OLIVEROS**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de
Tecnólogo en Obras Civiles**

**Director
AGUSTIN ARMANDO MACGREGORT TORRADO
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIAS
TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES
OCAÑA
2015**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el logro de esta meta alcanzada, a mis padres, personas amadas de las cuales aprendí el coraje y tesón con que hay que afrontar todos los días de la vida. Agradezco también a mi esposa Claudia y mis hijas Sarah y Gabriela, por su amor y apoyo incondicional para lograr mis triunfos.

Luis Enrique Sánchez Díaz

A Dios primeramente por direccionar mi proyecto de vida y a todos los docentes que hicieron posible mi formación como profesional, dedicando su tiempo y experiencias vividas para ayudarme a fortalecer los conocimientos adquiridos. Gracias a mi familia que con su apoyo contribuyeron a culminar esta meta.

Johan Machuca Oliveros

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| <u>INTRODUCCION</u> | 14 |
| <u>1. ESTUDIO DE FALLAS PARA EL MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE LOS DIFERENTES PAVIMENTOS RIGIDOS QUE HACEN PARTE DE LAS VIAS PRINCIPALES DEL MUNICIPIO DE TAMALAMEQUE CESAR</u> | 15 |
| 1.1 <u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u> | 15 |
| 1.2 <u>FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</u> | 15 |
| 1.3 <u>JUSTIFICACIÓN</u> | 15 |
| 1.4 <u>OBJETIVOS</u> | 16 |
| 1.4.1 Objetivo general | 16 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 16 |
| 1.5 <u>DELIMITACIONES</u> | 16 |
| 1.5.1 Delimitación geográfica | 16 |
| 1.5.2 Delimitación conceptual | 17 |
| 1.5.3 Delimitación temporal | 17 |
| <u>2. MARCO REFERENCIAL</u> | 18 |
| 2.1 <u>ANTECEDENTES HISTORICOS</u> | 18 |
| 2.1.1 breve reseña histórica | 18 |
| 2.1.2 Antecedentes Internacionales | 21 |
| 2.1.3 Antecedentes Nacionales | 22 |
| 2.1.4 Antecedentes locales | 22 |
| 2.2 <u>MARCO TEORICO</u> | 23 |
| 2.2.1 Elaboración de un modelo estocástico para determinar el plazo óptimo de fraguado en la reparación de placas de hormigón. | 23 |
| 2.2.2 Medición del módulo dinámico de las capas granulares de los pavimentos con el presiómetro. | 23 |
| 2.2.3 Correlación de las fallas en pavimentos con respecto a la estabilización de los suelos en las capas de base y subbase. | 23 |
| 2.2.4 Reparación de Pavimentos con materiales reciclados de construcción y demolición. | 24 |
| 2.2.5 Análisis de Metodologías de Evaluación de Deterioro para la Conservación de Pavimentos Urbanos. | 24 |
| 2.3 <u>MARCO CONCEPTUAL</u> | 25 |
| 2.3.1 Subrasante | 25 |
| 2.3.2 Subbase | 25 |
| 2.3.3 Superficie de rodadura | 25 |
| 2.3.4 Concreto hidráulico simple | 26 |
| 2.3.5 Concreto hidráulico reforzado | 26 |
| 2.3.6 Concreto hidráulico reforzado continuo | 26 |
| 2.3.7 Cemento para el concreto hidráulico | 26 |

| | |
|--|----|
| 2.3.8 Agua para el concreto hidráulico | 26 |
| 2.3.9 Materiales pétreos para el concreto hidráulico | 26 |
| 2.3.10 Aditivos | 26 |
| 2.3.11 Resistencia del concreto hidráulico | 27 |
| 2.3.12 Pavimento rígido | 27 |
| 2.3.13 Falla | 27 |
| 2.3.14 Variación de losas | 27 |
| 2.3.15 Desintegración | 27 |
| 2.3.16 Cuero de caimán | 27 |
| 2.3.17 Longitudinales | 27 |
| 2.3.18 Transversales | 27 |
| 2.3.19 De esquina | 28 |
| 2.3.20 Voladura | 28 |
| 2.4 MARCO LEGAL | 28 |
| 2.4.1 Resolución 000743 del 4 de Marzo del 2009 | 28 |
| 2.4.2 Resolución 003482 del 29 de Agosto 2007 | 28 |
| 2.4.3 Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras, versión 1996 | 28 |
| 2.4.4 Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, versión 1996 | 28 |
| 2.4.5 Ley 1228 de 2008 | 29 |
| 2.4.6 Ley 105 de 1993 | 29 |
| 3. METODOLOGÍA | 30 |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN | 30 |
| 3.2 POBLACIÓN | 30 |
| 3.3 MUESTRA | 30 |
| 3.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | 30 |
| 3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN | 30 |
| 4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS | 32 |
| 4.1 ESTUDIO DE FALLAS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LAS VÍAS PRINCIPALES DEL MUNICIPIO DE TAMALAMEQUE CESAR MEDIANTE UN DIAGNÓSTICO PARA SU MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN. | 32 |
| 4.1.1 Evaluación para obtener información del estado físico de las vías mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados | 32 |
| 4.1.2 Elaboración de planos de localización de las vías en estudio en AUTOCAD para detallar áreas a tratar y direcciones de las mismas. | 33 |
| 4.1.3 Mediciones de las fallas para catalogar un criterio general de reparación. | 40 |
| 4.1.4 Formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas y una posible alternativa de solución en los diferentes pavimentos seleccionados. | 41 |
| 4.1.5 Plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en base a especificaciones existentes y un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en GANTT. | 52 |
| 5. CONCLUSIONES | 62 |

| | |
|---|----|
| 6. RECOMENDACIONES | 63 |
| BIBLIOGRAFÍA | 64 |
| REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS | 65 |
| ANEXOS | 67 |

LISTA DE IMAGENES

| | Pág. |
|---|------|
| Imagen 1. Tramo 1 Carrera 4 entre calle 3 y 4. | 34 |
| Imagen 2. Tramo 2 Carrera 9 entre calle 5 y 7. | 34 |
| Imagen 3. Tramo 2 Carrera 9 calle 5. | 35 |
| Imagen 4. Tramo 2 Carrera 9 calle 8ª y 9C. | 35 |
| Imagen 5. Tramo 2 Carrera 9 calle 10 y 11. | 36 |
| Imagen 6. Tramo 3 Calle 4 entre Cra. 9 y 10. | 36 |
| Imagen 7. Tramo 3 Calle 4 entre Cra. 5 y 6. | 37 |
| Imagen 8. Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 4 y 5. | 37 |
| Imagen 9. Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 5 y 6. | 38 |
| Imagen 10. Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 5 y 6. | 38 |
| Imagen 11. Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 9 y 10. | 39 |
| Imagen 12. Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 10 y 11. | 39 |
| Imagen 13. Tramo 5 Calle 7 entre Cra. 5 y 7. | 40 |
| Imagen 14. Fallas encontradas en la Carrera 4 entre calle 3 y 4. | 41 |
| Imagen 15. Fallas encontradas en la Carrera 9 entre calle 5 y 7. | 42 |
| Imagen 16. Fallas encontradas en la Carrera 9 calle 5. | 44 |
| Imagen 17. Fallas encontradas en la Carrera 9 calle 8ª y 9C. | 45 |
| Imagen 18. Fallas encontradas en la Carrera 9 calle 10 y 11. | 45 |
| Imagen 19. Fallas encontradas en la Calle 4 entre Cra. 9 y 10. | 46 |
| Imagen 20. Fallas encontradas en la Calle 4 entre Cra. 5 y 6. | 47 |
| Imagen 21. Fallas encontradas en la Calle 5 entre Cra. 4 y 5. | 48 |
| Imagen 22. Fallas encontradas en la Calle 5 entre Cra. 5 y 6. | 48 |
| Imagen 23. Fallas encontradas en la Calle 5 entre Cra. 5 y 6. | 49 |
| Imagen 24. Fallas encontradas en la Calle 5 entre Cra. 9 y 10. | 50 |
| Imagen 25. Fallas encontradas en la Calle 5 entre Cra. 10 y 11. | 50 |
| Imagen 26. Fallas encontradas en la Calle 7 entre Cra. 5 y 7. | 51 |
| Imagen 27. Categorías de carga por eje. | 56 |
| Imagen 28. Tipos de suelo de subrasante y valores de K. | 57 |
| Imagen 29. TPD-C Admisible- categoría 1 de carga por eje pavimentos con juntas de trabazones de agregados (sin pasadores). | 58 |
| Imagen 30. Espesor de losa para los diferentes tramos. | 59 |
| Imagen 31. Presupuesto de obra para los tramos en estudio. | 60 |
| Imagen 32. Cronograma de actividades para los tramos en estudio. | 61 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Cuadro 1. Procesamiento y análisis | 31 |
| Cuadro 2. Calles seleccionadas de acuerdo a su importancia. | 32 |
| Cuadro 3. Mediciones de áreas a tratar de los diferentes tramos. | 40 |
| Cuadro 4. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Carrera 4 entre calle 3 y 4. | 41 |
| Cuadro 5. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Carrera 9 entre calle 5 y 7. | 43 |
| Cuadro 6. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Carrera 9 entre calle 5. | 44 |
| Cuadro 7. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Carrera 9 calle 10 y 11. | 46 |
| Cuadro 8. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Calle 4 entre Cra. 5 y 6. | 47 |
| Cuadro 9. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Calle 5 entre Cra. 4 y 5. | 48 |
| Cuadro 10. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Calle 5 entre Cra. 5 y 6. | 49 |
| Cuadro 11. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Calle 5 entre Cra. 9 y 10. | 50 |
| Cuadro 12. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Calle 5 entre Cra. 10 y 11. | 51 |
| Cuadro 13. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución la Calle 7 entre Cra. 5 y 6. | 52 |
| Cuadro 14. Resultados para el cálculo de TPD para Cra. 4 entre Calles 3 y 6 Tramo 1. | 53 |
| Cuadro 15. Resultados para el cálculo de TPD para Cra. 9 entre Calles 3 y 6 Tramo 2. | 53 |
| Cuadro 16. Resultados para el cálculo de TPD para Calle 4 entre Cra. 4 y 10 Tramo 3. | 54 |
| Cuadro 17. Resultados para el cálculo de TPD para Calle 5 entre Cra. 2 y 11 Tramo 4. | 54 |
| Cuadro 18. Resultados para el cálculo de TPD para Calle 5 entre Cra. 2 y 11 Tramo 5. | 55 |
| Cuadro 19. TDP para los diferentes tramos en estudio. | 55 |
| Cuadro 20. Calculo de áreas y de cantidades de obra para los diferentes tramos en estudio. | 59 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|------|
| Anexo 1. Plano de localización de las vías en estudio. | 68 |
| Anexo 2. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 1 Cra. 4 entre Calles 3 y 6. | 69 |
| Anexo 3. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 2 Cra. 9 entre Calles 3 y 6. | 74 |
| Anexo 4. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 3 Calle 4 entre Cra 4 y 10. | 79 |
| Anexo 5. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 2 y 11. | 84 |
| Anexo 6. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 5 Calle 7 entre Cra. 4 y 9. | 89 |
| Anexo 7. Analisis de precios unitarios. | 94 |

RESUMEN

Elaborar un estudio de fallas de pavimentos rígidos de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar mediante un diagnóstico para su mantenimiento y rehabilitación, permitirá realizar una evaluación para obtener información del estado físico de las vías mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados. Luego estos datos serán consignados mediante planos de localización de las vías en estudio en AUTOCAD para detallar áreas a tratar y direcciones de las mismas. Las mediciones de las fallas serán necesarias para catalogar un criterio general de reparación; elaborando formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas y una posible alternativa de solución en los diferentes pavimentos seleccionados. Esto con el fin de recomendar un plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en base a especificaciones existentes y un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en gantt.

INTRODUCCION

Para cualquier municipio, el contar con infraestructura adecuada, funcional y estratégica, es de vital importancia para facilitar el desarrollo del mismo, las vías constituyen unas de las estructuras principales que aportan a dicho desarrollo; las vías principales del municipio de Tamalameque municipio del Cesar se encuentra actualmente en muy mal estado, ocasionando un serio problema a la comunidad al momento de transitar por las mismas, presentándose accidentes tanto de vehículos como de peatones, a esto se suma los tiempos de transito que no son efectivos y el desajuste de los vehículos en su parte mecánica aumentando los costos para los conductores.

Elaborar un estudio de fallas de pavimentos rígidos de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar mediante un diagnóstico permitirá un mantenimiento y rehabilitación preventiva del mismo. Desde la identificación de fallas mediante el uso de un formato elaborado por los autores del proyecto, midiendo estas fallas e identificando la causa de la falla para dar una posible alternativa de solución de la misma, esta alternativa de solución se hará mediante la elaboración de una estimación de costos mediante la elaboración de un análisis de precios unitarios y un presupuesto de obra para conocer los costos de este mantenimiento, cabe recordar que el mantenimiento rutinario vial es el conjunto de actividades preventivas y necesarias que deben realizarse para conservar las vías y las zonas aledañas en buen estado de operación, ofreciendo adecuadas condiciones de funcionamiento, limpieza, seguridad y comodidad a los usuarios. Las vías a las cuales se hace el estudio para el mantenimiento y rehabilitación son de gran importancia para el municipio ya que allí se encuentra un gran número de habitantes, que desarrollan diferentes actividades de tipo comercial y productivo, además se encuentra un gran número de población infantil que acude a los centros educativos del municipio y que requieren de una vía en buen estado que les permita un tránsito adecuado.

1. ESTUDIO DE LAS FALLAS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS PARA EL MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE LAS VIAS PRINCIPALES DEL MUNICIPIO DE TAMALAMEQUE CESAR

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las fallas en los pavimentos pueden ser de orden funcional o estructural. Las fallas funcionales afectan a la comodidad en la circulación, las estructurales ponen en riesgo la integridad de la estructura, lo que a su vez repercute negativamente en la situación funcional.

Para cualquier municipio, el contar con infraestructura adecuada, funcional y estratégica, es de vital importancia para facilitar el desarrollo del mismo, las vías constituyen unas de las estructuras principales que aportan a dicho desarrollo; las vías principales del municipio de Tamalameque municipio del Cesar se encuentra actualmente en muy mal estado, ocasionando un serio problema a la comunidad al momento de transitar por las mismas, presentándose accidentes tanto de vehículos como de peatones, a esto se suma los tiempos de transito que no son efectivos y el desajuste de los vehículos en su parte mecánica aumentando los costos para los conductores.

De los tramos a analizar, algunos presentan deterioros prematuros que no son coincidentes con las expectativas de desempeño de los pavimentos rígidos (larga vida útil con mínimo mantenimiento). El mayor porcentaje de daños es atribuible a los inconvenientes por cobertura incompleta y deficiente de servicios sanitarios. Se contemplan entre esos daños los causados directamente por la rotura del pavimento para instalación o reparación de cañerías, así como los causados indirectamente por la saturación de la subrasante con el consiguiente asentamiento de la fundación y pérdida de sustentación del pavimento rígido (formación de vacíos bajo las losas).

Únicamente mantenimiento y rehabilitación periódica de estos pavimentos pueden garantizar un servicio adecuado y permanente de las vías del municipio; una evaluación determinara los daños existentes en el pavimento rígido, así como las causas de origen. Dicha evaluación servirá para el mantenimiento y rehabilitación permitirá que el pavimento mantenga las condiciones de servicio considerados en el diseño.

1.2 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Será que el municipio de Tamalameque no posee un estudio para el mantenimiento y rehabilitación de los diferentes pavimentos rígidos que hacen parte de las vías principales del municipio de Tamalameque cesar?

1.3 JUSTIFICACIÓN

El mantenimiento rutinario vial es el conjunto de actividades preventivas y necesarias que deben realizarse para conservar las vías y las zonas aledañas en buen estado de operación,

ofreciendo adecuadas condiciones de funcionamiento, limpieza, seguridad y comodidad a los usuarios. Las vías a las cuales se hace el estudio para el mantenimiento y rehabilitación son de gran importancia para el municipio ya que allí se encuentra un gran número de habitantes, que desarrollan diferentes actividades de tipo comercial y productivo, además se encuentra un gran número de población infantil que acude a los centros educativos del municipio y que requieren de una vía en buen estado que les permita un tránsito adecuado.

La población afectada por este problema corresponde al casco urbano del municipio, que se agrupan en viviendas, y que por lo tanto necesitan de una infraestructura vial en buenas condiciones de forma tal que se siga proyectando un ordenamiento territorial que genere progreso y comodidad a las comunidades.

Por tales razones, es prioritaria elaborar esta propuesta que permita la evaluación de algunos pavimentos rígidos en el municipio para desarrollar una alternativa de solución para el mantenimiento de los mismos permitiendo un mejoramiento de su vida útil.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general. Elaborar un estudio de fallas de pavimentos rígidos de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar mediante un diagnóstico para su mantenimiento y rehabilitación.

1.4.2 Objetivos específicos. Realizar una evaluación para obtener información del estado físico de las vías mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados.

Hacer planos de localización de las vías en estudio en AUTOCAD para detallar áreas a tratar y direcciones de las mismas.

Realizar las mediciones de las fallas para catalogar un criterio general de reparación.

Elaborar formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas y una posible alternativa de solución en los diferentes pavimentos seleccionados.

Recomendar un plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en base a especificaciones existentes y un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en gantt.

1.5 DELIMITACIONES

1.5.1 Delimitación geográfica. El estudio se centrara principalmente en las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar.

1.5.2 Delimitación conceptual. Subrasante, subbase, superficie de rodadura, concreto hidráulico simple, concreto hidráulico reforzado, concreto hidráulico reforzado continuo, cemento para el concreto hidráulico, agua para el concreto hidráulico, materiales pétreos para el concreto hidráulico, aditivos, resistencia del concreto hidráulico.

1.5.3 Delimitación temporal. Las actividades se desarrollaran en un tiempo estimado de 4 meses las cuales serán especificadas en el correspondiente cronograma.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

2.1.1 breve reseña histórica. Con el establecimiento de las primeras civilizaciones la humanidad se vio en la necesidad de establecer vías de comunicación para intercambiar entre regiones los productos necesarios para subsistir. Probablemente el primer invento que revolucionó los medios de transporte fue la rueda, con la cual se facilitó el traslado de bienes de mayor tamaño y volumen pero a la vez estableció la necesidad de contar con caminos con menores obstáculos y superficie uniforme y firme para hacer más eficientes los traslados. En siglos posteriores, tras la aparición de la rueda y a medida que se desarrollaban las grandes naciones, las necesidades militares primero y las comerciales después impulsaron la construcción de caminos carreteros. Aunque los caminos suelen estar diseñados principalmente para el paso de vehículos con ruedas, los Incas (quienes nunca llegaron a descubrir la rueda) construyeron una avanzada red de carreteras que atravesaba los Andes, partiendo desde la actual Ecuador y recorriendo 3.680 km. hacia el sur. Sobre el tercer milenio a. de C., la vocación comercial de las civilizaciones de Egipto, Mesopotamia y del Valle del Indo generó la necesidad de desarrollar caminos, algunos de los cuales tenían una importancia similar a las actuales carreteras, como el construido en el Valle del Nilo por los egipcios, una verdadera carretera con pavimento artificial de 18 metros de anchura, utilizada para el transporte de los grandes bloques de piedra con que se construyeron las pirámides. Excavaciones arqueológicas indican el amplio uso del asfalto natural hacia el año 3.800 A. C. en Mesopotamia, valle del Indo y en Egipto. Los habitantes de estas regiones lo utilizaron para impermeabilizar estanques y depósitos de agua o como mortero para unir ladrillos o piedras¹.

Desde los senderos hechos a fuerza de paso, hasta las grandes carreteras de concreto, el hombre ha modificado su entorno de acuerdo con las necesidades de su tiempo. Actualmente, en la era de las comunicaciones, la necesidad de construir caminos más fuertes y más seguros intensifica su mirada en el concreto, material de grandes posibilidades para el desarrollo de los caminos en el mundo contemporáneo. La historia de las modernas técnicas de construcción de caminos y puentes tiene sus inicios alrededor de 1850, con Tressaguet en Francia y John Metcalfe en el Reino Unido, quienes desarrollaron un método de construcción con base en la colocación de piedras largas, limitadas por piedras de tamaño progresivamente más pequeño. Este tipo de caminos, junto con otros realizados con piedras, grava y arena, fueron diseñados para los bajos volúmenes y velocidades de los primeros vehículos, hasta que la industria automotriz, al ir creciendo a pasos agigantados, fue demandando mejores carreteras y caminos urbanos. El reto, entonces, era buscar un material que resistiera pesadas cargas de manera eficiente y duradera: la solución se tradujo en lo que ahora llamamos la construcción de caminos pavimentados. Fue John Loundon MacAdam, a principios del siglo XIX quien desarrolló el sistema notablemente más económico que se usa en la actualidad. La historia del primer

¹ SERMENT GUERRERO Vinicio A. Pavimentos. México [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://clubensayos.com/Temas-Variados/Pavimentos/1709610.html>

pavimento de concreto se remonta al año 1905, en la ciudad de Ohio, en los Estados Unidos. De ahí en adelante, el uso de este material en la construcción de caminos será recurrente, tanto en dicho país como en Europa. La cronología de la expansión de caminos de concreto en el siglo XX, es la siguiente:

1920 - 1939: Uso de pavimentos de concreto hidráulico, en el Sistema de carreteras de los Estados Unidos, difundiéndose en Europa.

1940 - 1950: Inicios de la aviación comercial; se construyen aeropuertos que utilizan pistas de concreto.

1960 - 1970: Uso intensivo de pavimentos de concreto en el sistema de carreteras y aeropuertos de Estados Unidos.

1990 - 2010: Era de la sobre carpeta de concreto hidráulico.²

En Creta en el Minoico Medio (2.300 – 1.700 a. de C.), en la vía que va desde las proximidades del mar hasta el palacio de Knossos, se utilizaron como pavimento grandes losas de piedra asentadas sobre capas de arcilla, piedra y yeso. Generalmente la piedra utilizada fue caliza por su abundancia en la zona. En Babilonia (600 a. de C.) se emplean también losas como pavimento. La base del mismo consta de varias hiladas de bloques de terracota unidos por asfalto natural y como pavimento losas de piedra caliza achaflanadas en su parte inferior, selladas también con asfalto natural, incluso las juntas. Los más grandes constructores de caminos del mundo antiguo fueron los romanos, que construyeron una red de vías de comunicación muy eficiente, la cual fue uno de los pilares de la expansión romana. En un principio dicho sistema de vías fue diseñado con fines militares y políticos, el mantener un control efectivo de las zonas incorporadas al Imperio era el principal objetivo de su construcción; posteriormente, las calzadas adquirieron una importancia económica añadida, pues al unir distintas regiones facilitaban el comercio y las comunicaciones. Generalmente las vías romanas se construían tomando la ruta más directa allá donde fuera posible, obligando así a que los ingenieros de la época diseñaran y construyeran complicados sistemas de circunvalación cuando existía la presencia de montañas, considerando esto un gran logro para los agrimensores (antiguos topógrafos) teniendo que replantear la línea de un nuevo camino y hacerlo tan recto como fuera posible, privados de los instrumentos de los que hoy en día disponemos³.

Una de las razones por lo que las calzadas romanas eran tan duraderas es el esmero que pusieron en el diseño y ejecución de un sistema de drenaje adecuado que básicamente consistía en la excavación de zanjas en los extremos del camino y paralelas al mismo, además se hacía una excavación eliminando los suelos poco resistentes hasta encontrar material firme para desplantar la estructura de pavimento formada, por lo general por una capa de cimentación a base de piedras planas llamada statumen, sobre ella una capa formada con boleas mezclados con suelos más finos llamada rudus, encima de esta una

² ALTAMIRANO KAUFFMANN Luis F. Deterioro de Pavimentos Rígidos. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/deterioro-pavimentos-rigidos/deterioro-pavimentos-rigidos.pdf>

³ *Ibíd.*, p.1

capa de concreto formado con piedra machacada y cal grasa llamada nucleus, y como superficie de rodamiento una capa formada por un enlosado de piedra cuyas juntas se sellaban con mortero de cal, denominada summum dorsum. En nuestro país los caminos prehispánicos no eran transitados por vehículos por lo que consistían en simples senderos de tierra compacta, llenos de piedras y limitados por la vegetación circundante, habiéndose ubicado pequeños segmentos de vías y calzadas bien conservados, sin embargo se han ubicado algunos segmentos de calzadas bien conservados, que llegan y salen de los principales sitios arqueológicos. Notables ejemplos de ello son los sacbé, caminos blancos de los mayas que fueron construidos empleando como cimiento el sascab (caliza alterada), apisonada con cilindros de piedra, y como pavimento un enlosado de la misma naturaleza de piedra caliza. Los aztecas aprovecharon de manera eficiente las escasas posibilidades de transportación disponibles y desarrollaron un sistema de comunicación que fue esencial para la conservación del imperio. Las principales calzadas de Tenochtitlan partían del centro ceremonial en dirección de los cuatro puntos cardinales. Fabricadas con piedra –y con un ancho de hasta 7 m y una extensión de hasta 8 km–, llegaban a las orillas norte, oeste y sur del lago. Más allá de la ciudad, los caminos eran de tierra y se habían formado según las necesidades de cada día. Los caminos de Tenochtitlan lo comunicaban con sus tributarios; los que unían los centros de población más importantes, más que ir directamente de uno a otro pasaba generalmente por centros menores, excepto cuando las condiciones del terreno permitían una comunicación directa, como en las riberas de los lagos de la Cuenca de México. En el México antiguo los caminos corrían por montañas y valles, si bien se buscaba que fueran lo más directos posible (es decir, más cortos), ignorando obstáculos menores como colinas o barrancos que podían ser cruzados a pie⁴.

A la caída del Imperio Romano y su segregación en pequeñas naciones, desapareció parcialmente la comunicación entre los pueblos. En ese tiempo las órdenes religiosas son las que fomentan la comunicación a través de los caminos peregrinos en España, Francia, etc., encargándose los señores feudales de la conservación y mejora de los caminos en sus territorios. En la Edad Media aunque en menor escala era frecuente la pavimentación con losas de piedra y también el empleo de piedras de tamaño más reducido como superficie del tránsito de caballerías y ganado. En México después de la conquista se impuso el modo español de hacer intercambios. Esto se manifestó principalmente en la expansión de las rutas de comercio y en la orientación de la economía hacia el exterior. Ambos factores requerían de una red de caminos que obedeciera a las nuevas condiciones económicas, a la vez que tomara en cuenta la geografía. Esta nueva red de caminos suplió casi en su totalidad a las rutas precortesianas debido, fundamentalmente, a factores tecnológicos, pues las rutas prehispánicas, ante la ausencia de bestias de carga y tiro, poco consideraban aspectos tales como la pendiente de los caminos o lo cerrado de las curvas: aspecto que debieron tomar en cuenta al construir rutas sobre las cuales transitarían animales cargados y carretas. A finales del siglo XVIII se inicia una nueva visión tecnológica de los pavimentos urbanos por razones mejora del transporte. En ese tiempo la tipología de los pavimentos de

⁴ RIZO OTERO Harold José. Evolución histórica del pensamiento político y económico. Cali, Valle del Cauca (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/26/1/texto.pdf>

piedra es muy variada. A mediados del siglo XVIII Pierre Merie Trésaguet inició en Francia la construcción de pavimentos formados por tres capas de piedra triturada a mano, las dos primeras con tamaño máximo de 7.6 cm y un espesor conjunto del orden de 20 cm, sobre de ellas se colocaba una tercera capa de 5 cm de espesor con tamaño máximo de 2.5 cm, estos caminos se construían con cunetas laterales y pendiente transversal para atender los problemas de drenaje. Este tipo de procedimiento fue replicado por Thomas Telford en Escocia a principios del siglo XIX. Posteriormente John McAdam introdujo su sistema de pavimentación (macadam) construido con capas de piedra de granulometría uniforme, con tamaño máximo y espesores similares a los empleados por Telford, aglutinando las partículas con ligantes aplicados por riego⁵.

Con el siglo XX se inicia la nueva era de los pavimentos, el crecimiento de la población y la revolución industrial hicieron necesario el transporte de volúmenes cada vez mayores de mercancías y personas, con la aparición de los vehículos con motor de combustión interna las vías terrestres tuvieron que modificarse para proporcionar el servicio requerido por estos cambios, a pesar de que los concretos hidráulicos y los ligantes asfálticos habían sido utilizados de manera rudimentaria por mucho tiempo, con el desarrollo de la industria del petróleo, se comenzó a emplear cementos asfálticos para la fabricación de mezclas asfálticas, que en la actualidad son básicas para la pavimentación. Asimismo en la segunda década del siglo XIX Vicat en su teoría de la hidráulidad define que, calcinando una mezcla íntima de caliza y arcilla molidas conjuntamente en húmedo, se obtiene una cal hidráulica. Los estudios de Vicat y las sucesivas modificaciones posteriores que se realizaron, sirvieron de base para la fabricación del cemento Pórtland, el cual propulsó el desarrollo de los concretos hidráulicos, actualmente indispensables en la construcción de infraestructura⁶.

2.1.2 Antecedentes Internacionales. Otros países, le dan la debida importancia a sus veredas, tanto en su diseño, como en su conservación y en su uso, para su durabilidad y belleza. A continuación se darán a conocer diferentes investigaciones realizadas a nivel internacional, nacional y local que sirven de antecedentes históricos de esta investigación.

Implementación de un sig para la administración de pavimentos aeroportuarios a través de la aplicación de un índice de condición de pavimentos.

Determinación y evaluación del estado actual de las veredas del cercado del distrito de Huaraz - provincia de Huaraz - región Ancash, enero 2011". Florencio Adalberto Estelita Bonilla, autor.

⁵ PROYECTOSALONHOGAR. Las civilizaciones antiguas (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: http://www.proyectosalohogar.com/Salones/Historia/4-6/Civilizaciones_Antiguas/Civ_Antiguas.htm

⁶ ASOGRAVAS. Construcción de infraestructura (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.asogras.org/Inicio/ConstruccionInfraestructura.aspx>

Determinación de las patologías en las veredas del barrio nicrupampa y evaluación del estado actual del pavimento rígido distrito de independencia, provincia de huaraz- ancash, enero 2011”. Bach. Kildare Mark Alegre Collas, autor.

Determinación de las patologías en las veredas del barrio nicrupampa y evaluación del estado actual del pavimento rígido distrito de independencia, provincia de huaraz- ancash, enero 2011” Bach. Kildare Mark Alegre Collas, autor..

Determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del concreto hidráulico de las veredas en las urbanizaciones, san miguel y los eucaliptos del distrito de independencia, provincia de huaraz, departamento de ancash marzo 2011” . Bach. Alicia Myriam Orellano Castillo, autor.⁷

2.1.3 Antecedentes Nacionales. A continuación se muestra una lista de diversos estudios de fallas de pavimentos rígidos realizados a nivel nacional:

Catálogo de diseño de pavimentos rígidos de la PCA adaptado a las condiciones de tránsito colombianas ingeniera: María Fernanda García Aladín. Popayán, cauca. 2003

“Manual de identificación, clasificación y tratamientos de fallas en pavimentos urbanos en Colombia” ing. Mario Rolón. Bogotá D.C. 2008.

“Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos” César Alejandro Ruiz Brito. Bogotá D.C. 2011

Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (pavimentada y en afirmado). Ministerio de transporte-universidad javeriana.

Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Convenio interadministrativo 0587-3. Bogotá DC. 2006

2.1.4 Antecedentes locales. A continuación se muestra una lista de diversos estudios de fallas de pavimentos rígidos realizados a nivel del departamento del Cesar:

Construcción de pavimentos en concreto rígido y obras de urbanismo complementarias, en la Cabecera Municipal de Becerril - departamento del cesar. Alcaldía de Becerril.2012.

Construcción de pavimento rígido para vías urbanas en el municipio de Aguachica departamento del cesar. Gobernación del cesar. ing. Franklin Renteria. 2013

Construcción en pavimento rígido de la carrera 4g entre calles 21 y 26 en el municipio de Valledupar, departamento del Cesar. Gobernación del cesar.2014

⁷ Ibíd., p.2

Construcción de pavimento en concreto rígido y obra de urbanismo complementaria en diferentes sectores de los barrios, Barahoja, Jerusalén Ciudadela De La Paz, La Feria, Palmira y Bosque Del Municipio de Aguachica, cesar. Gobernación del cesar. 2012

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 Elaboración de un modelo estocástico para determinar el plazo óptimo de fraguado en la reparación de placas de hormigón. El estudio determina el tiempo óptimo de fraguado requerido por una placa de hormigón realizada en obra, para diferentes niveles de fiabilidad. El fin es desarrollar un modelo de norma flexible para la reparación de placas de hormigón.⁸ Se desarrolló un modelo estocástico basado en la teoría de la fatiga y en un análisis de fiabilidad. La información de entrada incluye datos sobre las capas de pavimento existentes, la distribución de pesos por eje en el tráfico, y las propiedades del hormigón que se pretende utilizar. Mediante el análisis de fatiga y el estudio de fiabilidad, que tienen en cuenta la variación de resistencia del hormigón y la variación de las tensiones debidas a la distribución de cargas por eje, se calcula, para un tiempo de fraguado determinado, la probabilidad de rotura por agrietamiento y los efectos de fatiga que sobre la duración del pavimento ejercen las cargas por eje durante la primera etapa de reapertura al tráfico. Mediante estudios de casos prácticos, se llegó a la conclusión de que el modelo estocástico desarrollado permite predecir con éxito el tiempo óptimo de fraguado del hormigón para diferentes niveles de fiabilidad. Este modelo permitirá preparar procesos eficientes de reparación de placas para proyectos concretos, gracias a sus posibilidades de adaptación a restricciones de duración específicas. Título en francés: "Elaboration d'un modele stochastique pour determiner le delai optimum de prise dans la reparation de dalles en beton"⁹.

2.2.2 Medición del módulo dinámico de las capas granulares de los pavimentos con el presiometro. En este artículo se presenta al presiometro como una herramienta útil para la medición del módulo resiliente de las capas granulares del pavimento. Se realizaron ensayos triaxiales y de presiometro de Menard sobre probetas realizadas en laboratorio, utilizando materiales granulares no tratados que cumplieron las especificaciones requeridas para materiales de sub-base. El presiometro da una evaluación directa de las características esfuerzo-deformación de cada una de las capas del pavimento (excepto la carpeta asfáltica) en profundidad. El aparato es portátil, económico y el ensayo es relativamente rápido¹⁰.

2.2.3 Correlación de las fallas en pavimentos con respecto a la estabilización de los suelos en las capas de base y subbase. En este trabajo se muestra y recopila información sobre las diferentes estabilizaciones de suelos, pero se hicieron pruebas con dos materiales en especial, estos son la cal y el cemento. Se puede decir que el uso del cemento es mucho

⁸ *Ibíd.*, p.6

⁹ TRID. Placas de hormigón (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://trid.trb.org/view.aspx?id=1004821>

¹⁰ DSPACE. Medición del módulo dinámico de las capas granulares (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://dspace.uniandes.edu.co/xmlui/handle/1992/425>

más efectivo que la cal pero con la diferencia de costos que hay entre estos dos materiales, ya que el cemento tiene un costo más elevado que la cal. El uso de estos estabilizantes garantiza que el pavimento sea más resistente a las cargas vehiculares y evitar las apariciones de fallas. Las fallas que tienen los pavimentos se deben a que no hay una correcta compactación en las capas de base y subbase, en este caso el material utilizado fue un material para base hidráulico proveniente de la carretera Cardel –Xalapa en un Banco de materiales, es decir que si se estabiliza o mejora el suelo de estas capas la vida útil del pavimento ya sea rígido flexible tendrá más durabilidad y se gastara menos en los mantenimientos de dichos tramos carreteros, aunque en el proceso constructivo sea un poco más caro, pero no se tendrá que hacer los mantenimientos tan seguidos¹¹.

2.2.4 Reparación de Pavimentos con materiales reciclados de construcción y demolición. El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad comprobar que es posible la elaboración de una mezcla asfáltica con material producto de los residuos de construcción y demolición, susceptible de ser empleada en la reparación o bacheo de pavimentos. El estudio consistió básicamente en recolectar residuos reciclables en obras seleccionadas, consiguiendo agregados pétreos por trituración que sirvieron para preparar una mezcla con emulsión asfáltica, la cual fue sometida a distintas pruebas de campo y laboratorio para determinar su comportamiento mecánico. Los resultados obtenidos se encontraron dentro de los rangos aceptados por la normatividad oficial. Finalmente se efectuó un análisis de costo por metro cúbico de muestra reciclada que revela un ahorro del 22% en relación a una mezcla tradicional a costo directo¹².

2.2.5 Análisis de Metodologías de Evaluación de Deterioro para la Conservación de Pavimentos Urbanos. El presente trabajo de título tiene por objetivo formular recomendaciones sobre la elección de soluciones para los planes de conservación de pavimentos urbanos, para complementar las metodologías de mantenimiento vial utilizadas en Chile, como la “Metodología Simplificada de Preparación y Evaluación de Proyectos de Mantenimiento Vial Urbano” (MANVUSIMP) y el “Pavement Condition Index” (PCI). Las metodologías de evaluación de pavimentos utilizadas en Chile, como las antes citadas, basan su elección en inspecciones visuales. Si bien estos métodos se complementan con el uso de modelos matemáticos y matrices para determinar planes de conservación, los datos de entrada están basados en la apreciación subjetiva de un observador. Además, su aplicación a pavimentos que presentan problemas mayores y niveles de daño avanzado, no siempre se ve reflejado en los resultados obtenidos. Es por ésta razón que la revisión de metodologías como MANVUSIMP y PCI se presenta como un estudio necesario. Inicialmente se seleccionó un tramo de la calle Ezequiel Fernández, comuna de Macul, Santiago, para realizar una inspección visual y confeccionar una monografía detallando las fallas presentes en el sector. Posteriormente se evaluó el deterioro aplicando las

¹¹ CDIGITAL. Correlación de las fallas en pavimentos (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/30581>

¹² TRID. Reparación de Pavimentos con materiales reciclados de construcción y demolición (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://biblioteca.coqcyt.gob.mx/bvic/Captura/upload/REPARACION-DE-PAVIMENTOS-ANACON0001.pdf>

metodologías MANVUSIMP y PCI, con el fin de comparar sus resultados con lo observado en terreno. Ambas metodologías arrojaron resultados similares, con la conclusión que la calle evaluada se encontraba en una condición buena/regular, y que sólo presentaba fallas de severidad alta en sectores aislados, requiriendo acciones de conservación de carácter preventivo. Sin embargo, lo observado en terreno difiere de esto, ya que se detectaron fallas de alta severidad en casi todo el tramo. A través de esto se comprobó que las metodologías de evaluación para pavimentos urbanos, actualmente en uso, no son suficientes para tomar decisiones relacionadas con soluciones o acciones de mantenimiento, y que es necesario realizar ensayos o estudios que complementen con fundamentos ésta elección. Para resolver esta carencia de información se propone una metodología genérica que permite evaluar pavimentos asfálticos y de hormigón según las distintas condiciones que generan dudas, para así desarrollar un diagnóstico más preciso y confiable, basado en técnicas de ingeniería básica, como muestreos, ensayos de terreno y/o laboratorio, todo asociado a un sistema de referencia topográfica adecuado. Finalmente se aplicó la metodología propuesta al sector de la calle Ezequiel Fernández, cuyos resultados se compararon con los obtenidos mediante los métodos MANVUSIMP y PCI¹³.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Subrasante. Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.

2.3.2 Subbase. Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.¹⁴

2.3.3 Superficie de rodadura. Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base. En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento.

¹³ CAPTURA. Análisis de Metodologías de Evaluación de Deterioro para la Conservación de Pavimentos Urbanos (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.captura.uchile.cl/handle/2250/83118>

¹⁴ ARBOLEDA VÉLEZ, Germán. Ingeniería de Tránsito: consideraciones generales de ingeniería de tránsito. Maestría en Ingeniería de Tránsito y Transportes. Instituto de Postgrado en Vías e Ingeniería Civil, Universidad del Cauca. Popayán. 1986. p. 234

2.3.4 Concreto hidráulico simple. No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 2.50 a 4.50 metros ó 8 a 15 pies). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas).

2.3.5 Concreto hidráulico reforzado. Tienen espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60 metros ó 20 a 120 pies) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción.

2.3.6 Concreto hidráulico reforzado continuo. Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas y el objetivo de esta armadura es mantener un espaciamiento adecuado entre fisuras y que éstas permanezcan cerradas.

2.3.7 Cemento para el concreto hidráulico. El cemento a utilizar para la elaboración del concreto será preferentemente Portland, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo especificado en las normas NMX - C-414 - 1999 - ONNCCE. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se emplearán los denominados CPO (Cemento Portland Ordinario) y CPP (Cemento Portland Puzolánico) dependiendo del caso y con sub - clasificaciones 30R, 40 y 40R. Estos cementos corresponden principalmente a los que anteriormente se denominaban como Tipo I y Tipo IP.¹⁵

2.2.8 Agua para el concreto hidráulico. El agua que se emplee en la fabricación del concreto deberá cumplir con la norma NMX-C-122, debe ser potable, y por lo tanto, estar libre de materiales perjudiciales tales como aceites, grasas, materia orgánica, etc. En general, se considera adecuada el agua que sea apta para el consumo humano.

2.3.9 Materiales pétreos para el concreto hidráulico. Estos materiales se sujetarán al tratamiento o tratamientos necesarios para cumplir con los requisitos de calidad que se indican en cada caso, debiendo el contratista prever las características en el almacén y los tratamientos necesarios para su ulterior utilización. El manejo y/o almacenamiento subsecuente de los agregados, deberá hacerse de tal manera que se eviten segregaciones o contaminaciones con sustancias u otros materiales perjudiciales y de que se mantenga una condición de humedad uniforme, antes de ser utilizados en la mezcla.¹⁶

2.3.10 Aditivos. Deberán emplearse aditivos del tipo “D” reductores de agua y retardantes con la dosificación requerida para que la manejabilidad de la mezcla permanezca durante dos (2) horas a partir de la finalización del mezclado a la temperatura estándar de veintitrés

¹⁵ MONTEJO FONSECA Alfonso Ingeniería de pavimentos Evaluación estructural obras de mejoramiento y nuevas tecnologías, ediciones y publicaciones Universidad Católica de Colombia, 2010.p.192

¹⁶ INVIAS Curso de construcción y conservación de pavimentos: guías de clase. Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías, Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica. Especificaciones generales de construcción de carreteras.1996. p.254

grados centígrados (23° C) y no se produzca el fraguado después de cuatro (4) horas a partir de la finalización del mezclado.. Los aditivos deberán ser certificados por la casa productora.

2.3.11 Resistencia del concreto hidráulico. La resistencia de diseño especificada a la tensión por flexión ($S'c$) o Módulo de Ruptura (MR) a los 28 días, se verificará en especímenes moldeados durante el colado del concreto, correspondientes a vigas estándar de quince por quince por cincuenta (15 x 15 x 50) centímetros, compactando el concreto por vibro compresión y una vez curados adecuadamente, se ensayarán a los 3, 7 y 28 días aplicando las cargas en los tercios del claro. (ASTM C 78).

2.3.12 Pavimento rígido. Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la Subrasante.¹⁷

2.3.13 Falla. Defecto en la superficie de rodamiento, causado por el colapso de una o más de las capas constitutivas del pavimento.¹⁸

2.3.14 Variación de losas. Este falla de tipo de formación de un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste en una o varias losas han perdido su nivel original.

2.3.15 Desintegración. Este falla de tipo desprendimiento de un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste en el agrietamiento superficial del concreto, con pequeñas roturas.

2.3.16 Cuero de caimán. Este falla de tipo de fisura o grieta de un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste en el agrietamiento del pavimento en diversas direcciones y asemejando el cuero de caimán.

2.3.17 Longitudinales. Este falla de tipo de fisura o grieta de un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste en grietas más o menos paralelas al eje del pavimento. En ocasiones tienen a ser parabólicas.

2.3.18 Transversales. Este falla de tipo de fisura o grieta de un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste en grietas perpendiculares al eje del pavimento.

¹⁷ SCRIBD. Pavimento rígido (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://es.scribd.com/doc/78707671/CRITERIOS-DISENO-PAVIMENTO-RIGIDO>

¹⁸ CAL Y MAYOR, Rafael y CÁRDENAS GRISALES, James. Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones. Alfaomega 7.ª Edición. México. 2000. p, 517

2.3.19 De esquina. Este falla de tipo de fisura o grieta de un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste en grietas que afectan la esquina de una losa, formando un triángulo.

2.3.20 Voladura. Este falla de tipo de fisura o grieta de un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste en grietas transversales cerca de una junta y levantamiento de la losa con desprendimiento de material.¹⁹

2.4 MARCO LEGAL.

2.4.1 Resolución 000743 del 4 de Marzo del 2009. Referente a la actualización de la guía Metodológica para el diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos asfálticos de Carreteras²⁰.

2.4.2 Resolución 003482 del 29 de Agosto 2007. Referente al Manual de Diseño de Pavimentos asfálticos en vías con bajos volúmenes de Transito y la resolución 004577 del 23 de septiembre del 2009, por el cual se modifica parcialmente el manual de señalización vial – dispositivos para la regulación del tránsito, en calles, carreteras y ciclo rutas en Colombia, adoptado mediante la resolución No. 001050 del 5 mayo del 2004²¹.

2.4.3 Normas de ensayos de materiales para carreteras, versión 1996. Adoptadas por la Resolución No. 008067 de 1996, emanada de la Dirección General del Instituto. Revisadas por R002661/02y R. 03290/0707²².

2.4.4 Especificaciones generales de construcción de carreteras, versión 1996. Por la Resolución. 008068 de 1996, Revisadas sucesivamente por la R. 002662/02y R 03288/07²³.

¹⁹ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. (NTC 1486). Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. 5 ed. Bogotá: ICONTEC, 2008. 34p.

²⁰ COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA Resolución 000743 del 4 de Marzo del 2009, por la cual la actualización de la guía Metodológica para el diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos asfálticos de Carreteras (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <https://www.google.com.co/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Resoluci%C3%B3n+000743+del+4+de+Marzo+del+2009>

²¹ METROCALI. Resolución 003482 del 29 de Agosto 2007 (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.metrocali.gov.co/cms/assets/descargas/Contratacion/MC-5.8.2.01.13/Anexo-08A-Especificaciones-Generales.pdf>

²² CONTRATOS.GOV.CO. Normas de ensayos de materiales para carreteras, versión 1996 (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: https://www.contratos.gov.co/archivospuc1/DEPREV/268770011/08-11-6293/DEPREV_PROCESO_08-11-6293_268770011_427001.pdf

²³ ABLISA. Especificaciones generales de construcción de carreteras, versión 1996 (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.ablisa.com/DOCUMENTOS/Especificaciones%20INVIAS.pdf>

2.4.5 Ley 1228 de 2008. Determinan las fajas mínimas de retiro Integral Nacional de Información de Carreteras y de dictan otras disposiciones²⁴.

2.4.6 Ley 105 de 1993. Dictan disposiciones básicas sobre el transporte²⁵.

²⁴ COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA Ley 1228 de 2008, por la cual Determinan las fajas mínimas de retiro Integral Nacional de Información de Carreteras y de dictan otras disposiciones (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=31436>

²⁵ COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA Ley 105 de 1993, por la cual Dictan disposiciones básicas sobre el transporte (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=296>

3. METODOLOGIA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proceso investigativo que se adelanta, tiene que ver con un enfoque de investigación aplicada de nivel descriptivo; por lo tanto, constituye el primer nivel del conocimiento científico. Como consecuencia del contacto directo o indirecto con los fenómenos que en este caso corresponde a la evaluación de las vías principales, recogiendo sus características externas: enumeración y agrupamiento de sus partes, las cualidades y circunstancias que lo entornan, etc.

3.2 POBLACIÓN

Para la presente Investigación el Universo está dado por la delimitación geográfica del municipio de Tamalameque, en el departamento del Cesar.

3.3 MUESTRA

Se seleccionaron 9 vías principales del municipio de Tamalameque Cesar, cada calle tiene aproximadamente 100 metros, para ser evaluadas.

3.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El instrumento de recolección de la información adoptado para estructurar el proyecto, registrando el comportamiento de las diferentes situaciones sin interferirla, es la observación estructurada; tiene un enfoque cuantitativo y es aquella que se realiza cuando el problema se ha definido claramente y permite un estudio preciso de los patrones de comportamiento que se quieren observar y medir y es la más apropiada para estudios de investigación concluyentes, ya que impone limitantes al observador o investigador, con el fin de aumentar su precisión y objetividad, y así obtener información adecuada del fenómeno de interés, Presentando menos problemas en cuanto a la forma de registro, pues apela a procedimientos más formales de recopilación de datos o la observación de hechos, estableciendo de antemano los aspectos que se han de estudiar. Así, la recolección de los datos se realiza con base en “lista de control”, herramientas diseñadas para registrar la ocurrencia o frecuencia de comportamientos o eventos y sus características y las escalas de clasificación, apoyándose en elementos técnicos tales como: fichas, cuadros, tablas, etc; mediante las que se califica los fenómenos con base en una escala de clasificación adoptado y es necesaria para las respectivas fases de seguimiento y control y la revisión documental para el diseño del marco referencial y de otros ítems relacionados con el tema en desarrollo.

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento y análisis de la información se muestra a continuación el impacto esperado por cada uno de los objetivos del proyecto los cuales se describen a continuación:

Cuadro 1. Procesamiento y análisis

| Objetivo | Impacto esperado |
|---|--|
| Elaborar un estudio de fallas de pavimentos rígidos de las vías principales del municipio de Tamalameque cesar mediante un diagnóstico para su mantenimiento y rehabilitación. | La elaboración de la propuesta se espera que sirva como alternativa de solución para una consultoría que ayude a la administración municipal a canalizar recursos con el estado. |
| Realizar una evaluación para obtener información del estado físico de las vías mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados. | La información recolectada en campo es fundamental para obtener información valiosa para evaluar los diferentes pavimentos en estudio. |
| Hacer planos de localización de las vías en estudio en AUTOCAD para detallar áreas a tratar y direcciones de las mismas. | Los planos permitirán la identificación de los sitios en estudio y la localización exacta donde se encuentran las diferentes fallas. |
| Realizar las mediciones de las fallas para catalogar un criterio general de reparación. | Elaborar mediciones permitirá establecer las áreas a tratar para desarrollar cantidades de obra. |
| Elaborar formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas y una posible alternativa de solución en los diferentes pavimentos seleccionados. | Elaborar formatos permitirá ordenar y procesar la información recolectada en campo, además mostrara alternativas de solución para las diferentes fallas identificadas. |
| Recomendar un plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en base a especificaciones existentes y un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en Gantt. | El plan para el mantenimiento integrara los conceptos en cuanto a diseño y alternativa de solución que integran la consultoría del proyecto. |

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ESTUDIO DE FALLAS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LAS VÍAS PRINCIPALES DEL MUNICIPIO DE TAMALAMEQUE CESAR MEDIANTE UN DIAGNÓSTICO PARA SU MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN.

El presente estudio está destinado a facilitar y uniformar criterios y procedimientos para la identificación y recolección de información relacionada con los deterioros de pavimentos rígidos del municipio de Tamalameque, y orientado a las labores de mantenimiento vial de los tramos escogidos para el estudio.

4.1.1 Evaluación para obtener información del estado físico de las vías mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados. Para desarrollar dicha evaluación del estado físico de las vías se tomaron diferentes aspectos los cuales se tomaran en cuenta en la inspección visual, estos se describen a continuación:

Descripción de las calles de mayor tránsito del municipio para definir las características más relevantes para su identificación.

Principales mecanismos que originan su deterioro.

Procedimientos de medición y cuantificación.

Métodos correctivos a aplicar, intervenciones ajustadas de acuerdo a especificaciones técnicas.

Fotografías que ayudan a su identificación.

Siguiendo los diferentes aspectos mencionados se procedió mediante visita técnica a identificar las calles de mayor tránsito del municipio para definir las características más relevantes; estas se pueden detallar en la siguiente tabla 1.

Cuadro 2. Calles seleccionadas de acuerdo a su importancia.

| Calle seleccionada | Descripción | Característica |
|----------------------------|--------------------|---|
| Cra. 4 entre Calles 3 y 6. | Calle residencial. | Presenta diversas fallas es una calle de gran circulación vehicular, vía de acceso al matadero municipal. |
| Cra. 9 entre Calles 3 y 6. | Calle residencial. | Presenta diversas fallas es una calle de gran circulación vehicular, en |

Cuadro 2. (Continuación)

| | | |
|--------------------------------|--------------------|---|
| | | esta vía se encuentra circulación para el hospital y cementerio del municipio y une varias calles principales con esta. |
| Calle 4 entre Cra 4 y Cra 10. | Calle residencial. | Presenta diversas fallas es una calle de gran circulación vehicular, calle comercial, vía de acceso para la Alcaldía Municipal. |
| Calle 5 entre Cra. 2 y Cra 11. | Calle residencial. | Presenta diversas fallas es una calle de gran circulación vehicular, vía de acceso al Palacio Judicial del Municipio. |
| Calle 7 entre Cra.4 y Cra .9 | Calle residencial. | Presenta diversas fallas es una calle de gran circulación vehicular, y une calles principales del municipio. |

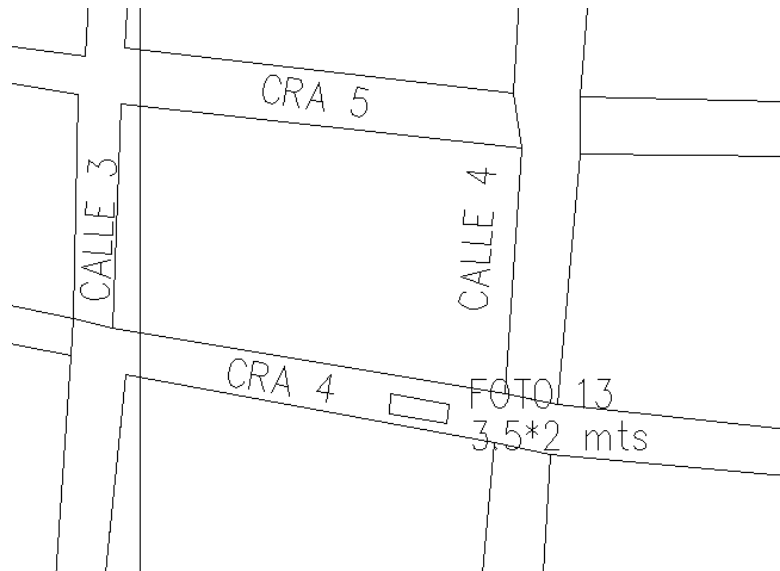
Fuente. Autores del proyecto.

De acuerdo con lo anterior la información recolectada se adjuntara mediante la elaboración de formatos que ayuden a recoger la información de campo, para luego procesar los datos, cabe notar que los aspectos mencionados se distribuirán en el desarrollo del estudio mediante el avance del trabajo.

4.1.2 Elaboración de planos de localización de las vías en estudio en AUTOCAD para detallar áreas a tratar y direcciones de las mismas. Se elaboró un plano general de localización de las vías en estudio aplicando AUTOCAD, esto con el fin de replantear las zonas a tratar para el mantenimiento y rehabilitación, este plano se puede ver en **Anexo 1.** Plano de localización de las vías en estudio; y los tramos a tratar continuación.

Tramo 1. Carreara 4 entre Calles 3 y 6. En este tramo de vía se encontró una falla de gran importancia entre las calles 3 y 4.

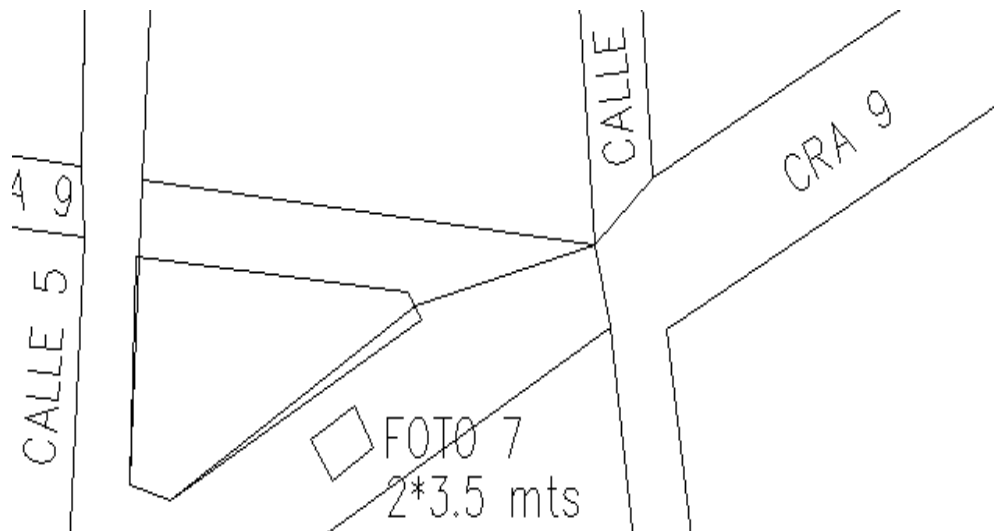
Imagen 1. Tramo 1 Carrera 4 entre calle 3 y 4.



Fuente. Autores del proyecto.

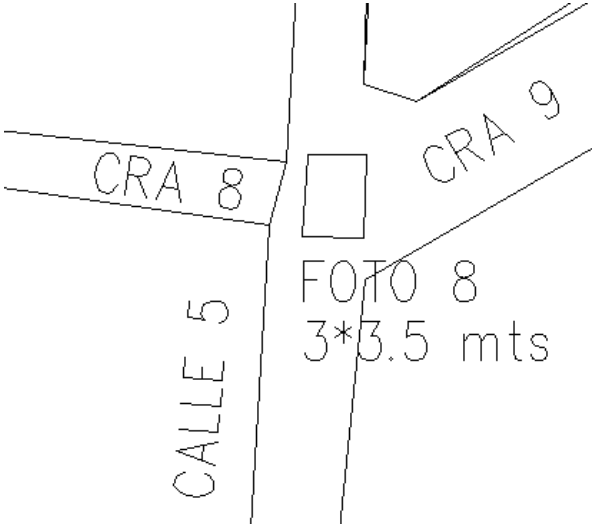
Tramo 2. Carrera. 9 entre Calles 5 y 11. En este tramo de vía se encontró fallas las cuales se describen a continuación.

Imagen 2. Tramo 2 Carrera 9 entre calle 5 y 7.



Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 3. Tramo 2 Carrera 9 calle 5.



Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 4. Tramo 2 Carrera 9 calle 8ª y 9C.



Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 5. Tramo 2 Carrera 9 calle 10 y 11.



Fuente. Autores del proyecto.

Tramo 3. Calle 4 entre Cra 4 y Cra 10. En este tramo de vía se encontró fallas las cuales se describen a continuación.

Imagen 6. Tramo 3 Calle 4 entre Cra. 9 y 10.



Fuente. Autores del proyecto.

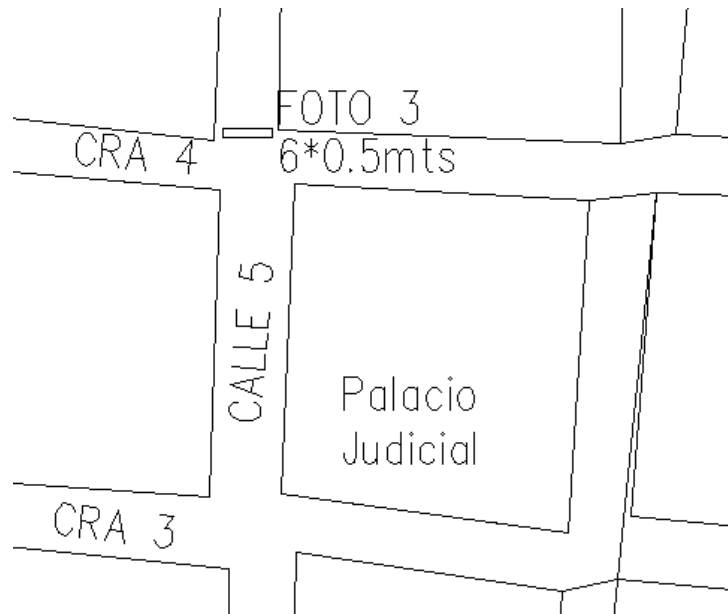
Imagen 7. Tramo 3 Calle 4 entre Cra. 5 y 6.



Fuente. Autores del proyecto.

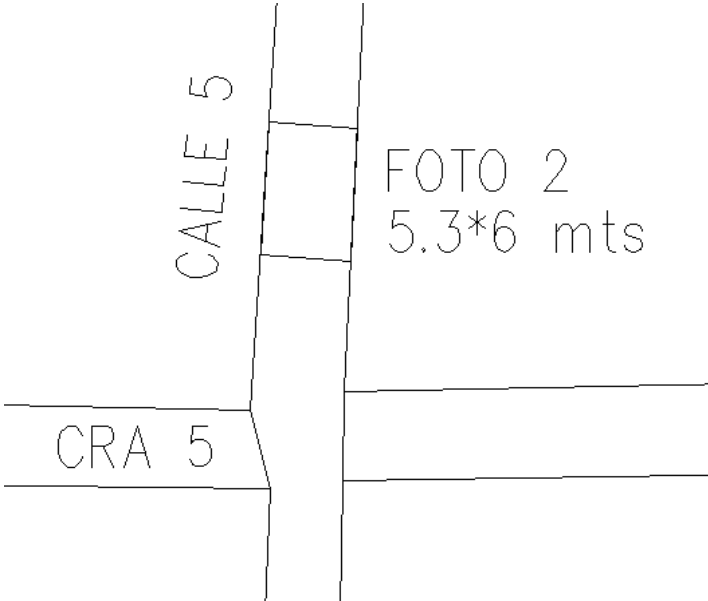
Tramo 4. Calle 5 entre Cra. 2 y Cra 11. En este tramo de vía se encontró fallas las cuales se describen a continuación.

Imagen 8. Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 4 y 5.



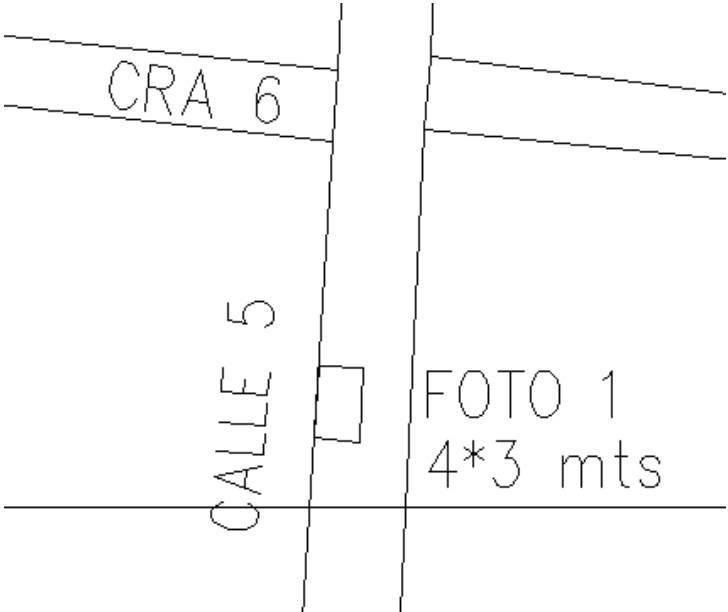
Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 9. Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 5 y 6.



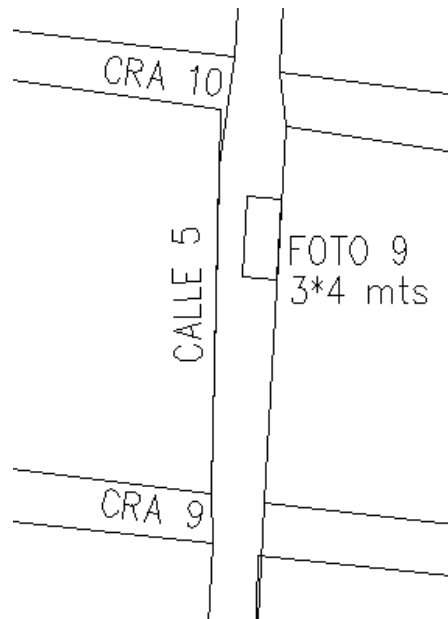
Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 10. Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 5 y 6.



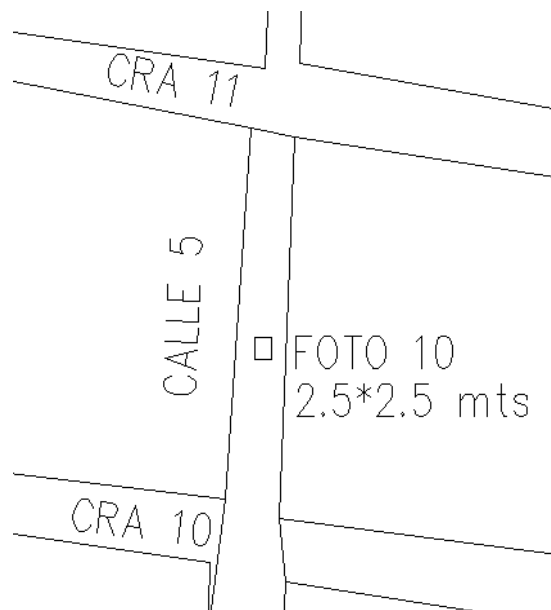
Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 11. Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 9 y 10.



Fuente. Autores del proyecto.

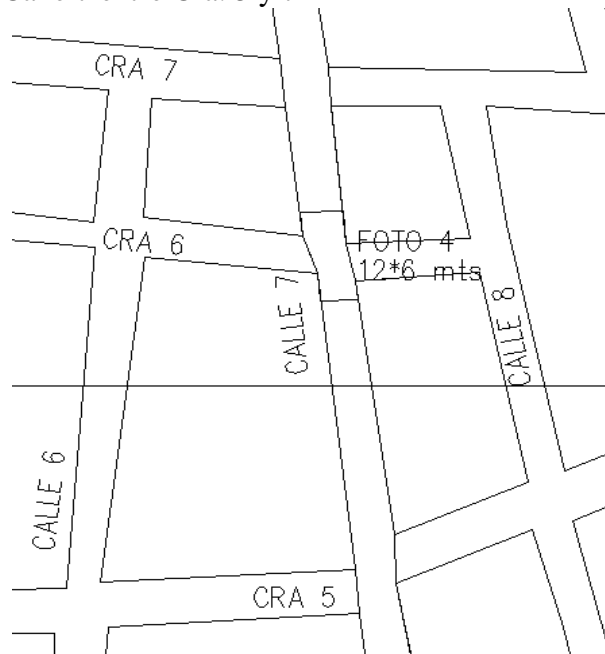
Imagen 12. Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 10 y 11.



Fuente. Autores del proyecto.

Tramo 5. Calle 7 entre Cra.4 y Cra .9. En este tramo de vía se encontró fallas las cuales se describen a continuación.

Imagen 13. Tramo 5 Calle 7 entre Cra. 5 y 7



Fuente. Autores del proyecto.

4.1.3 Mediciones de las fallas para catalogar un criterio general de reparación. Para realizar las mediciones se tomaron todos los tramos en estudio y realizando cajas para cuantificar el área respectiva de medición, el resumen de las mediciones se muestra en la tabla 2.

Cuadro 3. Mediciones de áreas a tratar de los diferentes tramos.

| Tramo | Localización | Área a tratar |
|-------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | Carrera 4 entre calle 3 y 4 | 3.5 mts x 2 mts. |
| 2 | Carrera 9 entre calle 5 y 7. | 3.5 mts x 2 mts. |
| 2 | Carrera 9 calle 5. | 3.5 mts x 3mts. |
| 2 | Carrera 9 entre calle 8ª. y 9 C. | 7 mts x 2.5mts. |
| 2 | Carrera 9 entre calle 10 y 11. | 7 mts x 3.5mts. |
| 3 | Calle 4 entre Cra.9 y Cra 10. | 3.5 mts x 2 mts. |
| 3 | Calle 4 entre Cra.5 y Cra 6. | 3.5 mts x 3mts. |
| 4 | Calle 5 entre Cra.4 y Cra 5. | 6 mts x 0,5mts. |
| 4 | Calle 5 entre Cra.5 y Cra 6. | 5.3 mts x 6 mts. |
| 4 | Calle 5 entre Cra.5 y Cra 6. | 4 mts x 3mts |
| 4 | Calle 5 entre Cra.9 y Cra 10. | 4 mts x 3mts |
| 4 | Calle 5 entre Cra10 y Cra 11. | 2.5 mts x 2.5mts. |
| 5 | Calle 7 entre Cra 5 y Cra 6. | 12 mts x 6 mts. |

Fuente. Autores del proyecto.

4.1.4 Formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas y una posible alternativa de solución en los diferentes pavimentos seleccionados. Con la visita técnica en cada una de las vías seleccionadas se elaboran unos formatos para identificar fallas en los pavimentos, causas y posibles alternativas de solución.

Imagen 14. Fallas encontradas en la Carrera 4 entre calle 3 y 4.

| | | |
|--|--|---|
|  |  | |
| | Via de estudio | Carrera 4 entre calle 3 y 4 |
| | Fecha | Jueves 5 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 1 | Grietas: De esquina, longitudinales, transversales. |

Fuente. Autores del proyecto.

De acuerdo con la información anterior se procede a desarrollar una detallada descripción de las fallas encontradas soportándose con autores de libros como la *Ingeniería de pavimentos Evaluación estructural obras de mejoramiento y nuevas tecnologías*, del ingeniero Alfonso Montejo Fonseca; información que se describe en la tabla 3 y así con el resto de los tramos de vías seleccionadas.

Cuadro 4. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Carrera 4 entre calle 3 y 4.

| Falla | Descripción de la falla | Causa | Alternativa de solución |
|------------|--|---|--|
| De esquina | Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversales y longitudinales y que forma ángulos. | Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base; sobrecarga en las esquinas; deficiente transmisión de cargas entre las juntas. | Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. |

Cuadro 4. (Continuación)

| | | | |
|----------------|---|--|--|
| Longitudinales | Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde de la losa. | Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta. | |
| Transversal | Grieta que son predominantemente perpendiculares al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde del pavimento. | Losas de longitud excesiva; junta de contracción aserrada o formada tardíamente, espesor de losa insuficiente para soportar las solicitudes. | |

Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 15. Fallas encontradas en la Carrera 9 entre calle 5 y 7.

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  |  | |
| | Via de estudio | Carrera 9 entre calle 5 y 7. |
| | Fecha | Viernes 6 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| 2 | Grietas: Cuero de caiman, longitudinales, transversales. | |

Fuente. Autores del proyecto.

Cuadro 5. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alternativa de solución en la Carrera 9 entre calle 5 y 7.

| Falla | Descripción de la falla | Causa | Alternativa de solución |
|-----------------|---|--|--|
| Cuero de caimán | Cuero de caimán: Agrietamiento del pavimento en diversas direcciones y asemejando el cuero de caimán. | Soporte deficiente de la subrasante. Acción de cargas muy pesadas. Baja resistencia del concreto. | Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. |
| Longitudinales | Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde de la losa. | Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesiva; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta. | |
| Transversal | Grieta que son predominantemente perpendiculares al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde del pavimento. | Losas de longitud excesiva; junta de contracción aserrada o formada tardíamente, espesor de losa insuficiente para soportar las solicitudes. | |

Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 16. Fallas encontradas en la Carrera 9 calle 5.



Fuente. Autores del proyecto.

Cuadro 6. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Carrera 9 entre calle 5.

| Falla | Descripción de la falla | Causa | Alternativa de solución |
|-----------------|--|---|---|
| Cuero de caimán | Cuero de caimán: Agrietamiento del pavimento en diversas direcciones y asemejando el cuero de caimán. | Soporte deficiente de la subrasante. Acción de cargas muy pesadas. Baja resistencia del concreto. | Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acurdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. |
| Desintegración | Desintegración progresiva de la superficie con perdida inicial de la textura y posteriormente del mortero, deja los agregados expuestos. | Errores en el diseño del concreto hidráulico; curado inapropiado; acción del tránsito cuando la superficie presenta fisuras por retracción de fraguado y temperatura. | |

Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 17. Fallas encontradas en la Carrera 9 calle 8ª y 9C.

| | | |
|---|--|--|
|  |  | |
| | Via de estudio | Carrera 9 calle 8ª y 9C. |
| | Fecha | Viernes 6 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 2 | Grietas: Cuero de caiman, longitudinales, transversales. |

Fuente. Autores del proyecto.

Las fallas encontradas en este tramo tienen las mismas consideraciones expuestas en la tabla 4, se recomienda al lector remitirse a esta tabla para detallar las consideraciones allí manifestadas.

Imagen 18. Fallas encontradas en la Carrera 9 calle 10 y 11.

| | | |
|---|--|---------------------------|
|  |  | |
| | Via de estudio | Carrera 9 calle 10 y 11. |
| | Fecha | Lunes 9 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 2 | Grietas: Desintegración |

Fuente. Autores del proyecto.

Cuadro 7. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Carrera 9 calle 10 y 11.

| Falla | Descripción de la falla | Causa | Alternativa de solución |
|----------------|--|---|---|
| Desintegración | Desintegración progresiva de la superficie con pérdida inicial de la textura y posteriormente del mortero, deja los agregados expuestos. | Errores en el diseño del concreto hidráulico; curado inapropiado; acción del tránsito cuando la superficie presenta fisuras por retracción de fraguado y temperatura. | Renivelación con sobre carpeta con mezcla asfáltica en caliente o en frío. Espesor necesario para conservar el nivel transversal y longitudinal del pavimento. Se recomienda losas de concreto puesto que el desgaste de estas es muy avanzado el municipio no cuenta con los recursos para encontrar material asfáltico. |

Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 19. Fallas encontradas en la Calle 4 entre Cra. 9 y 10.

| | | |
|---|--|---|
|  |  | |
| | Vía de estudio | Calle 4 entre Cra. 9 y 10 |
| | Fecha | Miercoles 12 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 3 | Grietas: De esquina, longitudinales, transversales. |

Fuente. Autores del proyecto.

Las fallas encontradas en este tramo tienen las mismas consideraciones expuestas en la tabla 3, se recomienda al lector remitirse a esta tabla para detallar las consideraciones allí manifestadas.

Imagen 20. Fallas encontradas en la Calle 4 entre Cra. 5 y 6.

| | | |
|---|--|---|
|  |  | |
| | Vía de estudio | Calle 4 entre Cra.5 y Cra 6. |
| | Fecha | Jueves 13 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 3 | Grietas: Longitudinales, transversales. |

Fuente. Autores del proyecto.

Cuadro 8. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Calle 4 entre Cra. 5 y 6.

| Falla | Descripción de la falla | Causa | Alternativa de solución |
|----------------|---|--|---|
| Longitudinales | Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde de la losa. | Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta. | Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acurdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. |
| Transversal | Grieta que son predominantemente perpendiculares al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde del pavimento. | Losas de longitud excesiva; junta de contracción aserrada o formada tardíamente, espesor de losa insuficiente para soportar las solicitudes. | |

Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 21. Fallas encontradas en la Calle 5 entre Cra. 4 y 5.

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  |  | |
| | Via de estudio | Calle 5 entre Cra. 4 y 5. |
| | Fecha | Viernes 14 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 4 | Grietas: Transversales. |

Fuente. Autores del proyecto.

Cuadro 9. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Calle 5 entre Cra. 4 y 5.

| Falla | Descripción de la falla | Causa | Alternativa de solución |
|-------------|---|--|--|
| Transversal | Grieta que son predominantemente perpendiculares al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde del pavimento. | Losas de longitud excesiva; junta de contracción aserrada o formada tardíamente, espesor de losa insuficiente para soportar las solicitudes. | Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. |

Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 22. Fallas encontradas en la Calle 5 entre Cra. 5 y 6.

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  |  | |
| | Via de estudio | Calle 5 entre Cra.5 y Cra 6. |
| | Fecha | Lunes 17 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 4 | Grietas: Desintegracion |

Fuente. Autores del proyecto.

Cuadro 10. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Calle 5 entre Cra. 5 y 6.

| Falla | Descripción de la falla | Causa | Alternativa de solución |
|----------------|--|---|--|
| Desintegración | Desintegración progresiva de la superficie con perdida inicial de la textura y posteriormente del mortero, deja los agregados expuestos. | Errores en el diseño del concreto hidráulico; curado inapropiado; acción del tránsito cuando la superficie presenta fisuras por retracción de fraguado y temperatura. | Renivelación con sobre carpeta con mezcla asfáltica en caliente o en frio. Espesor necesario para conservar el nivel transversal y longitudinal del pavimento. Se recomienda losas de concreto puesto que el desgaste de este es muy avanzado el municipio no cuenta con los recursos para encontrar material asfáltico. |

Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 23. Fallas encontradas en la Calle 5 entre Cra. 5 y 6.

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  |  | |
| | Via de estudio | Calle 5 entre Cra.5 y Cra 6. |
| | Fecha | Martes 18 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 4 | Grietas: Desintegracion |

Fuente. Autores del proyecto.

Las fallas encontradas en este tramo tienen las mismas consideraciones expuestas en la tabla 8, se recomienda al lector remitirse a esta tabla para detallar las consideraciones allí manifestadas.

Imagen 24. Fallas encontradas en la Calle 5 entre Cra. 9 y 10.

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  |  | |
| | Via de estudio | Calle 5 entre Cra.9 y Cra 10. |
| | Fecha | Miercoles 18 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 4 | Grietas: Cuero de caiman |



Fuente. Autores del proyecto.

Cuadro 11. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alterativa de solución en la Calle 5 entre Cra. 9 y 10.

| Falla | Descripción de la falla | Causa | Alternativa de solución |
|-----------------|---|---|---|
| Cuero de caimán | Cuero de caimán: Agrietamiento del pavimento en diversas direcciones y asemejando el cuero de caimán. | Soporte deficiente de la subrasante. Acción de cargas muy pesadas. Baja resistencia del concreto. | Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acurdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. |

Fuente. Autores del proyecto

Imagen 25. Fallas encontradas en la Calle 5 entre Cra. 10 y 11.

| | | |
|---|--|-----------------------------|
|  |  | |
| | Via de estudio | Calle 5 entre Cra. 10 y 11. |
| | Fecha | Jueves 19 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 4 | Grietas: De esquina |

Fuente. Autores del proyecto.

Cuadro 12. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alternativa de solución en la Calle 5 entre Cra. 10 y 11.

| Falla | Descripción de la falla | Causa | Alternativa de solución |
|------------|--|---|--|
| De esquina | Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversales y longitudinales y que forma ángulos. | Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base; sobrecarga en las esquinas; deficiente transmisión de cargas entre las juntas. | Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. |

Fuente. Autores del proyecto.

Imagen 26. Fallas encontradas en la Calle 7 entre Cra. 5 y 7.

| | | |
|---|--|---|
|  |  | |
| | Vía de estudio | Calle 7 entre Cra. 5 y 7. |
| | Fecha | Viernes 20 de Junio del 2014 |
| | Tramo | Fallas encontradas |
| | 5 | Grietas: De esquina, longitudinales, transversales. |

Fuente. Autores del proyecto.

Cuadro 13. Descripción de la Fallas encontradas, causas y alternativa de solución en la Calle 7 entre Cra. 5 y 6.

| Falla | Descripción de la falla | Causa | Alternativa de solución |
|----------------|---|--|--|
| De esquina | Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversales y longitudinales y que forma ángulos. | Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base; sobrecarga en las esquinas; deficiente transmisión de cargas entre las juntas. | Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. |
| Longitudinales | Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde de la losa. | Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta. | |
| Transversal | Grieta que son predominantemente perpendiculares al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde del pavimento. | Losas de longitud excesiva; junta de contracción aserrada o formada tardíamente, espesor de losa insuficiente para soportar las solicitudes. | |

Fuente. Autores del proyecto.

4.1.5 Plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en base a especificaciones existentes y un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en GANTT. Para elaborar el plan para realizar el mantenimiento y rehabilitación de los tramos estudiados se realiza unos procesos que son necesarios para alcanzar esta meta; los cuales se describen a continuación.

Calculo de TPD para los diferentes tramos en estudio. Se realizara el cálculo del TPD para los diferentes tramos de vía en estudio esto con el fin de determinar dicho tránsito y el cálculo de TPD C transito promedio diario de vehículos comerciales, en dos direcciones se excluirán todos los camiones de 2 ejes y 4 llantas, esto con el fin de realizar el diseño del espesor de las losas de concreto para los diferentes tramos de vía.

Calculo de TPD para Cra. 4 entre Calles 3 y 6. Para el cálculo de TPD para este tramo se realizó un conteo vehicular cuyo punto de control corresponde al 1, se ejecutó conteos desde el día lunes 7 de Julio hasta el viernes 11 de Julio resultados que se pueden ver en **Anexo 2.** Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 1 Cra. 4 entre Calles 3 y 6 y cuyos resultados se muestran a continuación:

Cuadro 14. Resultados para el cálculo de TPD para Cra. 4 entre Calles 3 y 6 Tramo 1.

| Calculo de TPD para Cra. 4 entre Calles 3 y 6. | | | | |
|--|--------|-----------|--------|---------|
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
| 236 | 186 | 206 | 183 | 158 |
| TPD | 194 | | | |
| TPD C | 4 | | | |

Fuente. Autores del proyecto.

Calculo de TPD para Cra. 9 entre Calles 3 y 6. Para el cálculo de TPD para este tramo se realizó un conteo vehicular cuyo punto de control corresponde al 2, se ejecutó conteos desde el día lunes 14 de Julio hasta el viernes 18 de Julio resultados que se pueden ver en **Anexo 3.** Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 2 Cra. 9 entre Calles 3 y 6 y cuyos resultados se muestran a continuación:

Cuadro 15. Resultados para el cálculo de TPD para Cra. 9 entre Calles 3 y 6 Tramo 2.

| Calculo de TPD para Cra. 9 entre Calles 3 y 6. | | | | |
|--|--------|-----------|--------|---------|
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
| 209 | 246 | 218 | 188 | 188 |
| TPD | 210 | | | |
| TPDC | 4 | | | |

Fuente. Autores del proyecto.

Calculo de TPD para Calle 4 entre Cra 4 y 10. Para el cálculo de TPD para este tramo se realizó un conteo vehicular cuyo punto de control corresponde al 2, se ejecutó conteos

desde el día lunes 7 de Julio hasta el viernes 11 de Julio resultados que se pueden ver en **Anexo 4**. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 2 Calle 4 entre Cra 4 y 10 y cuyos resultados se muestran a continuación:

Cuadro 16. Resultados para el cálculo de TPD para Calle 4 entre Cra. 4 y 10 Tramo

| Calculo de TPD para Calle. 4 entre Cra. 4 y 10. | | | | |
|---|--------|-----------|--------|---------|
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
| 237 | 203 | 200 | 210 | 210 |
| TPD | 212 | | | |
| TPDC | 4 | | | |

Fuente. Autores del proyecto.

Calculo de TPD para Calle 5 entre Cra 2 y 11. Para el cálculo de TPD para este tramo se realizó un conteo vehicular cuyo punto de control corresponde al 2, se ejecutó conteos desde el día lunes 21 de Julio hasta el viernes 25 de Julio resultados que se pueden ver en **Anexo 5**. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 2 Calle 5 entre Cra 2 y 11 y cuyos resultados se muestran a continuación:

Cuadro 17. Resultados para el cálculo de TPD para Calle 5 entre Cra. 2 y 11 Tramo 4.

| Calculo de TPD para Calle 5 entre Cra. 2 y 11. | | | | |
|--|--------|-----------|--------|---------|
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
| 215 | 201 | 214 | 207 | 214 |
| TPD | 210 | | | |
| TPDC | 5 | | | |

Fuente. Autores del proyecto.

Calculo de TPD para Calle 7 entre Cra 4 y 9. Para el cálculo de TPD para este tramo se realizó un conteo vehicular cuyo punto de control corresponde al 2, se ejecutó conteos desde el día lunes 28 de Julio hasta el viernes 1 de Agosto resultados que se pueden ver en **Anexo 6**. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 2 Calle 5 entre Cra 2 y 11 y cuyos resultados se muestran a continuación:

Cuadro 18. Resultados para el cálculo de TPD para Calle 5 entre Cra. 2 y 11 Tramo 5.

| |
|---|
| Calculo de TPD para Calle 7 entre Cra. 4 y 9. |
|---|

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
|-------|--------|-----------|--------|---------|
| 206 | 201 | 207 | 200 | 201 |

| | |
|------|-----|
| TPD | 203 |
| TPDC | 4 |

Fuente. Autores del proyecto.

Resumen de resultados del TDP para los diferentes tramos en estudio. Se resume los resultados finales de los TPD para los diferentes tramos para detallar los conteos finales para cálculos posteriores, los cuales se pueden detallar en la siguiente tabla.

Cuadro 19. TDP para los diferentes tramos en estudio.

| Calle seleccionada | Tramo | TPD |
|--------------------------------|-------|-----|
| Cra. 4 entre Calles 3 y 6. | 1 | 194 |
| Cra. 9 entre Calles 3 y 6. | 2 | 210 |
| Calle 4 entre Cra 4 y Cra 10. | 3 | 212 |
| Calle 5 entre Cra. 2 y Cra 11. | 4 | 210 |
| Calle 7 entre Cra.4 y Cra .9 | 5 | 203 |

Fuente. Autores del proyecto.

Diseño de espesor de las diferentes losas aplicando el método simplificado. Para ir el diseño de los diferentes espesores de los tramos en estudio se elaboran empleando este método puesto que no se dispone de la información detallada sobre el consumo de fatiga y daño por erosión, la distribución por cargas de eje a partir de pesajes en básculas u otra fuente aceptable. No se emplearan directamente los datos por carga por eje, por cuanto los diseños han sido resueltos previamente por la PCA. (Canadian Portland Cement Association). De acuerdo a lo anterior se deben tener en cuenta las siguientes características para el diseño.

El módulo de rotura del concreto debe ser 4.1 Mpa. Para garantizar la óptima calidad del mismo.

El periodo de diseño será de 20 años recomendado para las tablas que se usaran en el diseño.

El tipo de juntas a utilizar en el diseño será con trabazón de agregados.

Se considera sardinel.

Al aplicar el método de diseño se puede observar en la **Cuadro 18**. TDP para los diferentes tramos en estudio; que los TPD están entre 194 y 212 vehículos por lo tanto se realizara un diseño para todos los tramos por tener un flujo vehicular similar y no afectar el cálculo de sus espesores, por lo tanto:

Se estima el TPD de los diferentes tramos de las vías tratadas como puede observarse en la **Cuadro 18** estos valores se encuentran en la categoría 1 de carga por eje pues este TPD se encuentra en el rango entre 200 y 800 vehiculos. De acuerdo a la **Imagen 27**. Categorías de carga por eje.

Imagen 27. Categorías de carga por eje.

| Categorías de carga por eje | Descripción | Tránsito | | | Máximas cargas por eje (KN) | |
|-----------------------------|---|--|--------|--------------|-----------------------------|-------------|
| | | TPD | TPDC | | Ejes simples | Ejes tandem |
| | | | % | Diario | | |
| 1 | - Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio). | 200 - 800 | 1 - 3 | hasta 25 | 98 | 160 |
| 2 | - Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (alto). - Calles, arterias y carreteras primarias (bajo). | 700 - 5000 | 5 - 18 | 40 - 1000 | 115 | 195 |
| 3 | - Calles arterias, y carreteras primarias (medio). - Vías expresas y autopistas urbanas e interestatales (bajo a medio). | 3000 - 12000 (2 carriles) 3000 - 50000 + (4 carriles o más) | 8 - 30 | 500 - 5000+ | 133 | 230 |
| 4 | - Calles arterias, carreteras primarias y vías expresas (alto). - Autopistas urbanas e interestatales (medio a alto). | 3000 - 20000 (2 carriles) 3000 - 150000 (4 carriles o más) | 8 - 30 | 1500 - 8000+ | 151 | 267 |

* Los términos bajo, medio y alto se refieren a los pesos relativos de las cargas por eje, para el tipo de calle o carretera considerada; esto es, "bajo" para una autopista interestatal puede representar cargas mucho más pesadas en una carretera secundaria.

Fuente. Canadian Portland Cement Association.

Se estima el tipo de suelo de subrasante y valores aproximados de K; de acuerdo a esta característica se asumen suelos de arenas y mezclas de gravas y arenas que son los suelos predominantes de la subrasante; por lo tanto se escoge el valor de K Mpas/m de acuerdo a la **Imagen 28**. Tipos de suelo de subrasante y valores de K.

Imagen 28. Tipos de suelo de subrasante y valores de K.

| Tipo de suelo | Soporte | Rango de valores k MPa/m |
|---|----------|--------------------------|
| Suelos de grano fino, en los que predominan partículas del tamaño del limo y la arcilla | Bajo | 20-34 |
| Arenas y mezclas de grava y arena con cantidades moderadas de limo y arcilla. | Medio | 35-49 |
| Arenas y mezclas de grava y arena relativamente libres de finos plásticos. | Alto | 50-60 |
| Subbases tratadas con cemento. | Muy alto | 70-110 |

Fuente. Canadian Portland Cement Association.

Por último se escoge el espesor de la losa de acuerdo a las siguientes consideraciones:

TPDC (Transito Promedio Diario de Vehículos Comerciales) que en este caso es 5 de acuerdo al estudio de TPD para los diferentes tramos en estudio.

Valores de K que en este caso corresponde según Imagen 28 Medio y $K = 35\text{---}49$ MPas/m.

Categoría 1 de acuerdo a la Imagen 27

Juntas de trabazón de agregados sin pasadores.

Se considera sardinel de concreto.

MR= 4.1 MPa.

De acuerdo a estas consideraciones se entra en la tabla de la **Imagen 29**. TPD-C Admisible- categoría 1 de carga por eje pavimentos con juntas de trabazón de agregados (sin pasadores).

Imagen 29. TPD-C Admisible- categoría 1 de carga por eje pavimentos con juntas de trabazón de agregados (sin pasadores).

Tabla 8.14
TPD-C Admisible – categoría 1 de carga por eje pavimentos con juntas de trabazón de agregados (sin pasadores)

| | Sin berma o sardinel de concreto | | | | Con berma o sardinel de concreto | | | | |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------|--------------|-----|
| | Espesor de losa (mm) | Soporte subrasante -subbase (MPa/m) | | | Espesor de losa (mm) | Soporte subrasante -subbase (MPa/m) | | | |
| | | Bajo (20-34) | Medio (35-49) | Alto (50-60) | | Bajo (20-34) | Medio (35-49) | Alto (50-60) | |
| MR = 4.4 MPa | 120 | | 0.1 | 0.3 | MR = 4.4 MPa | 100 | | 0.1 | 0.4 |
| | 130 | 0.2 | 1 | 4 | | 110 | 0.3 | 2 | 6 |
| | 140 | 2 | 11 | 33 | | 120 | 4 | 21 | 60 |
| | 150 | 18 | 77 | 210 | | 130 | 38 | 160 | 410 |
| | 160 | 110 | 407 | | | 140 | 240 | | |
| | 170 | 500 | | | | | | | |
| MR = 4.1 MPa | 130 | | 0.2 | 0.7 | MR = 4.1 MPa | 110 | | 0.3 | 1 |
| | 140 | 0.4 | 2 | 8 | | 120 | 0.8 | 5 | 15 |
| | 150 | 4 | 19 | 54 | | 130 | 9 | 41 | 110 |
| | 160 | 27 | 110 | 290 | | 140 | 65 | 260 | 650 |
| | 170 | 140 | 530 | | | 150 | 360 | | |
| | 180 | 600 | | | | | | | |
| MR = 3.8 MPa | 140 | 0.1 | 0.4 | 1 | MR = 3.8 MPa | 110 | | | 0.2 |
| | 150 | 0.7 | 4 | 12 | | 120 | 0.1 | 0.8 | 3 |
| | 160 | 5 | 26 | 72 | | 130 | 2 | 9 | 26 |
| | 170 | 32 | 130 | 350 | | 140 | 14 | 63 | 170 |
| | 180 | 150 | 570 | | | 150 | 90 | 340 | |
| | | | | | | 160 | 430 | | |

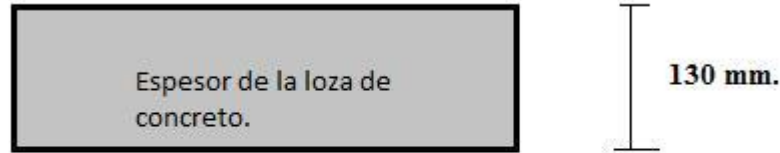
Notas:

- El análisis de fatiga controla el diseño.
- Un valor fraccional de TPD-C indica que el pavimento puede soportar un mínimo ilimitado de automóviles y camiones de 2 ejes y 4 llantas, pero solo unos pocos camiones pesados por semana (TPDVC de 0.3×7 días = 2.1, indica dos camiones pesados por semana).

Fuente. Canadian Portland Cement Association.

De acuerdo al cuadro anterior el TPD C se encuentra en valores 5 vehículos comerciales para un espesor de 120 mm y 41 vehículos comerciales para 130 mm; tomándose para el diseño **130 mm** y asegurar la calidad del diseño, conocido el espesor de la losa la cual se puede observar en la siguiente **Imagen 30**. Espesor de losa para los diferentes tramos, se procede al diseño de losa final 130 mm de concreto con módulo de rotura de 4.1 Mpa.

Imagen 30. Espesor de losa para los diferentes tramos.



Fuente. Autores del proyecto.

Plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en Gantt. Para realizar este plan se toma en cuenta el diseño del espesor de la losa Imagen 29; para desarrollar los costos necesarios de la propuesta económica y el cronograma respectivo para estipular el tiempo.

Estimación de cantidades de obra. Este proceso se inicia con el cálculo de áreas en los diferentes tramos para conocer el área total a tratar.

Cuadro 20. Calculo de áreas y de cantidades de obra para los diferentes tramos en estudio.

| Tramo | Localización | Área a tratar | L (m) | B(m) | m2 | | | | |
|--|----------------------------------|-------------------|-------|-------|--------|------------------------|-------------|--------------|--------|
| 1 | Carrera 4 entre calle 3 y 4 | 3.5 mts x 2 mts. | 3,50 | 2,00 | 7 | | | | |
| 2 | Carrera 9 entre calle 5 y 7. | 3.5 mts x 2 mts. | 3,50 | 2,00 | 7 | | | | |
| 2 | Carrera 9 calle 5. | 3.5 mts x 3mts. | 3,50 | 3,00 | 10,5 | | | | |
| 2 | Carrera 9 entre calle 8ª. y 9 C. | 7 mts x 2.5mts. | 7,00 | 2,50 | 17,5 | | | | |
| 2 | Carrera 9 entre calle 10 y 11. | 7 mts x 3.5mts. | 7,00 | 3,50 | 24,5 | | | | |
| 3 | Calle 4 entre Cra.9 y Cra 10. | 3.5 mts x 2 mts. | 3,50 | 2,00 | 7 | | | | |
| 3 | Calle 4 entre Cra.5 y Cra 6. | 3.5 mts x 3mts. | 3,50 | 3,00 | 10,5 | | | | |
| 4 | Calle 5 entre Cra.4 y Cra 5. | 6 mts x 0,5mts. | 6,00 | 0,50 | 3 | | | | |
| 4 | Calle 5 entre Cra.5 y Cra 6. | 5.3 mts x 6 mts. | 5,30 | 6,00 | 31,8 | | | | |
| 4 | Calle 5 entre Cra.5 y Cra 6. | 4 mts x 3mts | 4,00 | 3,00 | 12 | | | | |
| 4 | Calle 5 entre Cra.9 y Cra 10. | 4 mts x 3mts | 4,00 | 3,00 | 12 | | | | |
| 4 | Calle 5 entre Cra10 y Cra 11. | 2.5 mts x 2.5mts. | 2,50 | 2,50 | 6,25 | | | | |
| 5 | Calle 7 entre Cra 5 y Cra 6. | 12 mts x 6 mts. | 12,00 | 6,00 | 72 | | | | |
| SUMAS PARCIALES | | | 65,30 | 39,00 | 221,05 | | | | |
| Area replanteo | | | | | 221,05 | | | | |
| Demolicion de lozas | | | | | 221,05 | | | | |
| | | | | | | Factor de expansion | Profundidad | Volumen (m3) | m |
| | | | | | 221,05 | | 0,23 | 51 | |
| | | | | | 221,05 | 1,25 | 0,23 | 64 | |
| | | | | | 221,05 | | 0,1 | 22 | |
| | | | | | 221,05 | | 0,13 | 29 | |
| Liga asfaltica para juntas de dilatacion | | | | | | Suma de 65,3 + 39 m | | | 104,00 |

Fuente. Autores del proyecto.

Estimación de A.P.U (Análisis de Precios Unitarios). Se realizan con los precios del mercado, y con las actividades a desarrollar en el mantenimiento y rehabilitación de los tramos en estudio, estos análisis se pueden ver en **Anexo 7.** Analisis de precios unitarios.

Elaboración de presupuesto. Con las cantidades de obra calculadas y con los A.P.U se elabora el presupuesto del mantenimiento y rehabilitación de los tramos en estudio el cual se puede ver en la siguiente tabla. **Imagen 31.** Presupuesto de obra para los tramos en estudio.

Imagen 31. Presupuesto de obra para los tramos en estudio.

| Presupuesto para el mantenimiento y recuperacion de los diferentes pavimentos rigidos de las vías de Tamalameque | | | | |
|--|--------|----------|------------|-------------------|
| Tramos en estudio | | | | |
| Actividad | Unidad | Cantidad | V/unitario | V/Parcial |
| Replanteo | m2 | 221,05 | 1.248 | 275.870 |
| Demolicion de lozas existentes | m2 | 221,05 | 10.113 | 2.235.368 |
| Excavacion manual | m3 | 51 | 25.080 | 1.279.080 |
| Retiro de sobrantes | m3 | 64 | 15.675 | 1.003.200 |
| Receba | m3 | 22 | 54.200 | 1.192.400 |
| Concreto clase D para loza en concreto E= 0,13 MTS. | m3 | 29 | 472.393 | 13.699.383 |
| Liga asfáltica para junta de dilatacion | m | 104,00 | 1.704 | 177.216 |
| COSTO DIRECTO | | | | 19.862.517 |
| COSO INDIRECTO A.I.U. 25% | | | | 4.965.629 |
| COSTO TOTAL | | | | 24.828.146 |

Fuente. Autores del proyecto.

Elaboración de cronograma. Con las cantidades definidas se elabora el cronograma de actividades para del mantenimiento y rehabilitación de los tramos en estudio el cual se puede ver en la siguiente tabla. **Imagen 32.** Cronograma de obra para los tramos en estudio.

Imagen 32. Cronograma de actividades para los tramos en estudio.

| Cronograma para el mantenimiento y recuperacion de los diferentes pavimentos rigidos de las vias de Tamalameque Tramos en estudio | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|
| ACTIVIDADES | 1 MES | 2 MES | 3 MES | 4 MES |
| Replanteo | ■ | | | |
| Demolicion de lozas existentes | | ■ | ■ | |
| Excavacion manual | | | ■ | |
| Retiro de sobrantes | | | | ■ |
| Receba | | | ■ | |
| Concreto clase D para loza en concreto E= 0,13 MTS. | | | ■ | ■ |
| Liga asfaltica para junta de dilatacion | | | | ■ |

Fuente. Autores del proyecto.

5. CONCLUSIONES

Mediante la evaluación de los diferentes pavimentos en estudio del municipio de Tamalameque se pudo obtener información del estado físico de estos, la inspección visual fue fundamental para determinar el grado de deterioro de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados; lo que arrojaron información que fue empleada para definir tipos de fallas, áreas a tratar, causas y alternativas de solución.

Los planos de las vías en estudio en AUTOCAD fueron fundamentales para mostrar tramos a tratar de acuerdo al grado de importancia de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados, en ellos se mostró las áreas a intervenir y lo más importante su localización dentro del casco urbano.

Las mediciones de las fallas catalogan un criterio general de reparación para exponer una alternativa económica de acuerdo a la magnitud y tratamiento de áreas.

La elaboración de formatos permiten recolectar información de campo que es valiosa para desarrollar los trabajos y ordenar los datos que son fundamentales para realizar la descripción necesaria de las diferentes fallas a tratar así como posibles causas y alternativas de solución de los diferentes pavimentos seleccionados en el Municipio de Tamalameque; esta información lleva a otros análisis que son necesarios para lograr el alcance del proyecto.

El plan ha realizar para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en el Municipio de Tamalameque garantiza parámetros para un estudio de consultoría pues este plan se detalla diseños de espesores de las diferentes losas, mediciones, alternativas de solución así como un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en gantt.

6. RECOMENDACIONES

Se deben elaborar estudios de caracterización de la subrasante para profundizar un criterio más certero de su granulometría que son fundamentales para elegir la categoría en cuanto al diseño simplificado.

El concreto a utilizar para la recuperación de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados debe ser de buena calidad con resistencias a la flexión dentro de un rango de 4.1 a 4.4 Mpas esto con el fin de asegurar la calidad de la obras a desarrollar.

Los análisis de precios unitarios corresponden a precios actuales y cuyos rendimientos son tomados en cartillas existentes en el mercado actual como la cartilla de CONSTRUPRECIOS, por lo tanto no son rendimientos de la región se debe revisar dichos análisis y ser ajustados a las necesidades del municipio.

La programación presentada se presenta en ghatt se recomienda utilizar una herramienta informática como PROJECT para realizar un seguimiento y control más efectivo así como una mejor planificación.

BIBLIOGRAFÍA

ARBOLEDA VÉLEZ, Germán. Ingeniería de Tránsito: consideraciones generales de ingeniería de tránsito. Maestría en Ingeniería de Tránsito y Transportes. Instituto de Postgrado en Vías e Ingeniería Civil, Universidad del Cauca. Popayán. 1986. p, 215

CAL Y MAYOR, Rafael y CÁRDENAS GRISALES, James. Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones. Alfaomega 7.ª Edición. México. 2000. p.189

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. (NTC 1486). Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. 5 ed. Bogotá: ICONTEC, 2008. p.305

INVIAS Curso de construcción y conservación de pavimentos: guías de clase. Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías, Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica. Especificaciones generales de construcción de carreteras.1996. p.125

MONTEJO FONSECA Alfonso Ingeniería de pavimentos Evaluación estructural obras de mejoramiento y nuevas tecnologías, ediciones y publicaciones Universidad Católica de Colombia, 2010.p.180

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

ABLISA. Especificaciones generales de construcción de carreteras, versión 1996 (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.ablisa.com/DOCUMENTOS/Especificaciones%20INVIAS.pdf>

ALTAMIRANO KAUFFMANN Luis F. Deterioro de Pavimentos Rígidos. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/deterioro-pavimentos-rigidos/deterioro-pavimentos-rigidos.pdf>

ASOGRAVAS. Construcción de infraestructura (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.asogras.org/Inicio/ConstruccionInfraestructura.aspx>

CAPTURA. Análisis de Metodologías de Evaluación de Deterioro para la Conservación de Pavimentos Urbanos (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.captura.uchile.cl/handle/2250/83118>

CDIGITAL. Correlación de las fallas en pavimentos (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/30581>

COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA Ley 105 de 1993, por la cual Dictan disposiciones básicas sobre el transporte (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=296>

-----Ley 1228 de 2008, por la cual Determinan las fajas mínimas de retiro Integral Nacional de Información de Carreteras y de dictan otras disposiciones (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=31436>

-----Resolución 000743 del 4 de Marzo del 2009, por la cual la actualización de la guía Metodológica para el diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos asfálticos de Carreteras (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <https://www.google.com.co/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Resoluci%C3%B3n+000743+del+4+de+Marzo+del+2009>

CONTRATOS.GOV.CO. Normas de ensayos de materiales para carreteras, versión 1996 (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: https://www.contratos.gov.co/archivospuc1/DEPREV/268770011/08-11-6293/DEPREV_PROCESO_08-11-6293_268770011_427001.pdf

DSPACE. Medición del módulo dinámico de las capas granulares (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://dspace.uniandes.edu.co/xmlui/handle/1992/425>

METROCALI. Resolución 003482 del 29 de Agosto 2007 (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.metrocali.gov.co/cms/assets/descargas/Contratacion/MC-5.8.2.01.13/Anexo-08A-Especificaciones-Generales.pdf>

PROYECTOSALONHOGAR. Las civilizaciones antiguas (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: http://www.proyectosalohogar.com/Salones/Historia/4-6/Civilizaciones_Antiguas/Civ_Antiguas.htm

RIZO OTERO Harold José. Evolución histórica del pensamiento político y económico. Cali, Valle del Cauca (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/26/1/texto.pdf>

SCRIBD. Pavimento rígido (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://es.scribd.com/doc/78707671/CRITERIOS-DISENO-PAVIMENTO-RIGIDO>

SERMENT GUERRERO Vinicio A. Pavimentos. México [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://clubensayos.com/Temas-Variados/Pavimentos/1709610.html>

TRID. Placas de hormigón (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://trid.trb.org/view.aspx?id=1004821>

-----, Reparación de Pavimentos con materiales reciclados de construcción y demolición (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://biblioteca.coqcyt.gob.mx/bvic/Captura/upload/REPARACION-DE-PAVIMENTOS-ANACON0001.pdf>


ANEXOS

Anexo 1. Plano de localización de las vías en estudio.

[Ver archivo adjunto](#)


Anexo 2. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 1 Cra. 4 entre Calles 3 y 6.

| Vía de estudio: Cra. 4 entre Calles 3 y 6. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Lunes 7 de Julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control: 1 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 32 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 18 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 8 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 9 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 11 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 25 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 6 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 7 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 9 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 8 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 25 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 17 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 20 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 1 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 9 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 13 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 6 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 5 | |
| RESULTADOS | 232 | 4 |
| TPD | 236 | |

| Vía de estudio: Cra. 4 entre Calles 3 y 6. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Martes 8 de Julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 1 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 20 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 15 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 12 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 10 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 9 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 20 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 6 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 28 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 4 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 2 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 11 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 6 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 19 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 5 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 4 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 0 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 5 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 3 | |
| | | |
| RESULTADOS | 182 | 4 |
| | | |
| TPD | 186 | |


| Vía de estudio: Cra. 4 entre Calles 3 y 6. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Miércoles 9 de Julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 1 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 12 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 25 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 13 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 13 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 6 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 15 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 6 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 35 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 8 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 6 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 15 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 9 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 12 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 13 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 0 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 5 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 3 | |
| RESULTADOS | 202 | 4 |
| TPD | 206 | |

| Vía de estudio: Cra. 4 entre Calles 3 y 6. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Jueves 10 de Julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 1 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 7 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 15 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 23 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 4 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 6 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 17 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 12 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 28 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 9 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 3 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 12 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 15 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 18 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 4 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 4 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 1 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 0 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 0 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 1 | |
| RESULTADOS | 179 | 4 |
| TPD | | 183 |

| Vía de estudio: Cra. 4 entre Calles 3 y 6. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Viernes 11 de Julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 1 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 2 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 21 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 3 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 5 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 12 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 19 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 15 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 22 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 8 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 3 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 10 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 9 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 14 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 2 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 1 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 0 | |
| RESULTADOS | 154 | 4 |
| TPD | 158 | |

Anexo 3. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 2 Cra. 9 entre Calles 3 y 6.

| Vía de estudio: Cra. 9 entre Calles 3 y 6. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Lunes 14 de Julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control: 2 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 10 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 32 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 6 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 8 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 15 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 21 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 20 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 25 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 13 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 12 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 10 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 5 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 13 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 5 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 3 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 1 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 1 | |
| RESULTADOS | 205 | 4 |
| TPD | 209 | |

| Vía de estudio: Cra. 9 entre Calles 3 y 6. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Martes 15 de Julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 2 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 12 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 34 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 8 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 10 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 17 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 23 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 22 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 27 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 15 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 14 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 12 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 7 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 15 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 7 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 4 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 4 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 5 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 3 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 3 | |
| RESULTADOS | 242 | 4 |
| TPD | 246 | |

| Vía de estudio: Cra. 9 entre Calles 3 y 6. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Miércoles 16 de Julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 2 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 10 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 32 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 6 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 8 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 15 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 21 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 20 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 25 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 13 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 12 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 10 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 13 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 15 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 5 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 2 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 1 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 1 | |
| RESULTADOS | 214 | 4 |
| TPD | 218 | |

| Vía de estudio: Cra. 9 entre Calles 3 y 6. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Jueves 17 de Julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control: 2 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 8 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 30 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 6 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 6 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 12 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 19 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 17 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 22 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 12 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 10 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 8 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 11 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 12 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 1 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 2 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 1 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 1 | |
| RESULTADOS | 184 | 4 |
| TPD | 188 | |

| Vía de estudio: Cra. 9 entre Calles 3 y 6. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Viernes 18 de Julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control: 2 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 8 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 30 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 6 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 6 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 12 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 19 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 17 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 22 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 12 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 10 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 8 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 11 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 12 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 1 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 2 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 1 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 1 | |
| RESULTADOS | 184 | 4 |
| TPD | 188 | |


Anexo 4. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 3 Calle 4 entre Cra 4 y 10.

| Vía de estudio: Calle 4 entre Cra 4 y Cra 10. | |  |
|--|--|---|
| Fecha: lunes 7 de julio del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 3 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 15 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 25 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 10 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 11 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 19 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 21 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 20 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 23 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 12 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 19 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 15 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 13 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 19 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 1 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 2 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 1 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 1 | |
| RESULTADOS | 233 | 4 |
| TPD | 237 | |

| Vía de estudio: Calle 4 entre Cra 4 y Cra 10. | |  |
|--|--|---|
| Fecha: Martes 8 de julio de 2014 del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 3 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 12 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 22 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 7 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 8 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 17 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 21 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 17 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 21 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 9 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 17 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 12 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 10 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 15 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 1 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 2 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 1 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 1 | |
| | | |
| RESULTADOS | 199 | 4 |
| TPD | 203 | |

| Vía de estudio: Calle 4 entre Cra 4 y Cra 10. | |  |
|--|--|---|
| Fecha: Miércoles 9 de julio de 2014 del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 3 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 13 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 19 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 8 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 8 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 15 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 18 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 15 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 20 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 3 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 14 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 21 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 12 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 14 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 5 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 2 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 2 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 2 | |
| | | |
| RESULTADOS | 196 | 4 |
| TPD | | 200 |


| Vía de estudio: Calle 4 entre Cra 4 y Cra 10. | | |
|--|--|------------------------|
| Fecha: Jueves 10 de julio de 2014 del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 3 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 15 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 20 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 6 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 8 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 13 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 18 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 15 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 23 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 3 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 11 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 25 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 12 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 20 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 6 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 2 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 2 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 2 | |
| RESULTADOS | 206 | 4 |
| TPD | 210 | |

| Vía de estudio: Calle 4 entre Cra 4 y Cra 10. | |  |
|--|--|---|
| Fecha: viernes 11 de julio de 2014 del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 3 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 15 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 20 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 6 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 8 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 13 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 18 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 15 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 23 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 3 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 11 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 25 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 12 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 20 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 6 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 2 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 3 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 2 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 2 | |
| RESULTADOS | 206 | 4 |
| TPD | 210 | |

Anexo 5. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 4 Calle 5 entre Cra. 2 y 11.

| | | |
|---|---|---|
| Vía de estudio: Calle 5 entre Cra. 2 y Cra 11. | |  |
| Fecha: Lunes 21 de julio de 2014 del 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 4 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 13 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 25 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 12 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 8 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 14 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 14 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 21 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 23 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 4 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 12 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 20 | 3 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 12 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 19 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 7 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 1 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 0 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 0 | 3 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 2 | |
| RESULTADOS | 209 | 6 |
| TPD | 215 | |

| | | |
|---|---|---|
| Vía de estudio: Calle 5 entre Cra. 2 y Cra 11. | |  |
| Fecha: Martes 22 de julio de 2014 . | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 4 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 10 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 20 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 15 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 6 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 12 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 10 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 17 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 23 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 5 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 15 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 20 | 3 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 13 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 12 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 9 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 1 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 0 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 0 | 3 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 5 | |
| | | |
| RESULTADOS | 195 | 6 |
| | | |
| TPD | 201 | |

| Vía de estudio: Calle 5 entre Cra. 2 y Cra 11. | |  |
|---|--|---|
| Fecha: Miércoles 23 de julio de 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 4 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M ----- 7:00 A.M | 7 | |
| 7:00 A.M ----- 8:00 A.M | 17 | |
| 8:00 A.M ----- 9:00 A.M | 17 | |
| 9:00 A.M ----- 10:00 A.M | 9 | |
| 10:00 A.M ----- 11:00 A.M | 15 | |
| 11:00 A.M ----- 12:00 M | 12 | |
| 12:00 M ----- 1:00 P.M | 18 | |
| 1:00 P.M ----- 2:00 P.M | 18 | |
| 2:00 P.M ----- 3:00 P.M | 12 | |
| 3:00 P.M ----- 4:00 P.M | 14 | |
| 4:00 P.M ----- 5:00 P.M | 25 | 3 |
| 5:00 P.M ----- 6:00 P.M | 15 | |
| 6:00 P.M ----- 7:00 P.M | 10 | |
| 7:00 P.M ----- 8:00 P.M | 8 | |
| 9:00 P.M ----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M ----- 12:00 P | 1 | |
| 1:00 A.M ----- 2:00 A.M | 1 | |
| 3:00 A.M ----- 4:00 A.M | 1 | 3 |
| 5:00 A.M ----- 6:00 A.M | 6 | |
| RESULTADOS | 208 | 6 |
| TPD | 214 | |

| | | |
|---|--|---|
| Vía de estudio: Calle 5 entre Cra. 2 y Cra 11. | |  |
| Fecha: Jueves 24 de julio de 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 4 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 17 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 12 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 13 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 10 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 12 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 6 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 15 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 21 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 24 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 20 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 15 | 4 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 12 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 9 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 4 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 1 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 0 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 0 | 4 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 6 | |
| RESULTADOS | 199 | 8 |
| TPD | 207 | |

| Vía de estudio: Calle 5 entre Cra. 2 y Cra 11. | | |
|---|--|------------------------|
| Fecha: Viernes 25 de julio de 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 4 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 12 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 14 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 15 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 10 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 12 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 9 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 17 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 23 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 26 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 20 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 15 | 3 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 14 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 7 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 1 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 1 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 1 | 3 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 6 | |
| RESULTADOS | 208 | 6 |
| TPD | | 214 |

Anexo 6. Conteos diarios para cálculo de TPD del Tramo 5 Calle 7entre Cra. 4 y 9.

| Vía de estudio: Calle 7 entre Cra.4 y Cra.9 Fecha: Lunes 28 de julio de 2014 . Condiciones climáticas: Día Punto de control : 5 | |  |
|--|---|---|
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | |
| 6:00 A.M ----- 7:00 A.M | 15 | |
| 7:00 A.M ----- 8:00 A.M | 17 | |
| 8:00 A.M ----- 9:00 A.M | 15 | |
| 9:00 A.M ----- 10:00 A.M | 10 | |
| 10:00 A.M ----- 11:00 A.M | 12 | |
| 11:00 A.M ----- 12:00 M | 12 | |
| 12:00 M ----- 1:00 P.M | 21 | |
| 1:00 P.M ----- 2:00 P.M | 17 | |
| 2:00 P.M ----- 3:00 P.M | 26 | |
| 3:00 P.M ----- 4:00 P.M | 20 | |
| 4:00 P.M ----- 5:00 P.M | 15 | 2 |
| 5:00 P.M ----- 6:00 P.M | 10 | |
| 6:00 P.M ----- 7:00 P.M | 5 | |
| 7:00 P.M ----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M ----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M ----- 12:00 P | 0 | |
| 1:00 A.M ----- 2:00 A.M | 0 | |
| 3:00 A.M ----- 4:00 A.M | 0 | 2 |
| 5:00 A.M ----- 6:00 A.M | 2 | |
| | | |
| RESULTADOS | 202 | 4 |
| | | |
| TPD | | 206 |

| Vía de estudio: Calle 7 entre Cra.4 y Cra.9 | |  |
|--|--|---|
| Fecha: Martes 29 de julio de 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 5 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 17 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 15 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 12 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 11 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 10 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 12 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 18 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 19 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 21 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 22 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 14 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 10 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 8 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 2 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 1 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 0 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 0 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 2 | |
| RESULTADOS | 197 | 4 |
| TPD | 201 | |

| Vía de estudio: Calle 7 entre Cra.4 y Cra.9 | | |
|--|--|------------------------|
| Fecha: Miércoles 30 de julio de 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 5 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 21 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 17 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 10 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 11 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 10 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 12 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 18 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 21 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 21 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 22 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 14 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 9 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 8 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 3 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 3 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 1 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 0 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 0 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 2 | |
| RESULTADOS | 203 | 4 |
| TPD | 207 | |

| | | |
|--|--|------------------------|
| Vía de estudio: Calle 7 entre Cra.4 y Cra.9 | | |
| Fecha: Jueves 31 de julio de 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control: 5 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 18 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 15 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 7 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 12 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 10 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 12 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 23 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 14 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 21 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 26 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 13 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 7 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 7 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 2 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 3 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 1 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 1 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 1 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 3 | |
| RESULTADOS | 196 | 4 |
| TPD | 200 | |

| | | |
|--|---|---|
| Vía de estudio: Calle 7 entre Cra.4 y Cra.9 | |  |
| Fecha: Viernes 1 de Agosto de 2014. | | |
| Condiciones climáticas: Día | | |
| Punto de control : 5 | | |
| PERIODO | VEHICULOS LIVIANOS, Automóviles, Camperos, Taxis y Camionetas | BUSES, BUSETAS. |
| 6:00 A.M----- 7:00 A.M | 23 | |
| 7:00 A.M----- 8:00 A.M | 15 | |
| 8:00 A.M----- 9:00 A.M | 7 | |
| 9:00 A.M----- 10:00 A.M | 12 | |
| 10:00 A.M----- 11:00 A.M | 10 | |
| 11:00 A.M----- 12:00 M | 12 | |
| 12:00 M----- 1:00 P.M | 20 | |
| 1:00 P.M----- 2:00 P.M | 14 | |
| 2:00 P.M----- 3:00 P.M | 21 | |
| 3:00 P.M----- 4:00 P.M | 26 | |
| 4:00 P.M----- 5:00 P.M | 13 | 2 |
| 5:00 P.M----- 6:00 P.M | 7 | |
| 6:00 P.M----- 7:00 P.M | 5 | |
| 7:00 P.M----- 8:00 P.M | 2 | |
| 9:00 P.M----- 10:00 P.M | 3 | |
| 11:00 P.M----- 12:00 P | 2 | |
| 1:00 A.M----- 2:00 A.M | 1 | |
| 3:00 A.M----- 4:00 A.M | 1 | 2 |
| 5:00 A.M----- 6:00 A.M | 3 | |
| RESULTADOS | 197 | 4 |
| TPD | 201 | |

Anexo 7. Analisis de precios unitarios.

| Mantenimiento y recuperacion de los diferentes pavimentos rigidos de las vias de Tamalameque | | | | | |
|---|-------------------|----------------|-------------|-----------|--------------|
| Actividad: | Replanteo | | | | M2 |
| Localizacion: | Tramos en estudio | | | | |
| 1.-Equipo | | | | | |
| Descripcion | Tipo | Und | Rendimiento | V/dia | V/parcial |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Herramienta menor (10% de M de O directa) | | | | | 76 |
| Costo Directo Equipo | | | | | 76 |
| 2.-Materiales | | | | | |
| Descripcion | Unidad | Cantidad | V/insumo | V/parcial | |
| Tabla de pegachento 2*30* | und | 9000 | 0.01 | 90 | |
| Puntillas 1*400 grs. | kg | 5200 | 0.01 | 52 | |
| Vara comun 4 mts. | und | 7500 | 0.036 | 270 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Costo Directo Materiales | | | | | 412 |
| 3.-Mano de Obra | | | | | |
| Cuadrilla | V/dia | V/dia + prest. | Rendimiento | V/parcial | |
| Cuadrilla especializada 1:1 | 96,000 | 182,400 | 240 | 760 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Costo Directo Mano de Obra | | | | | 760 |
| COSTO DIRECTO ACTIVIDAD | | | | | 1,248 |

Mantenimiento y recuperacion de los diferentes pavimentos rigidos de las vias de Tamalameque

| | | |
|------------|---------------------------------------|----|
| Actividad: | Demolicion de lozas existentes | M2 |
|------------|---------------------------------------|----|

| | |
|---------------|-------------------|
| Localizacion: | Tramos en estudio |
|---------------|-------------------|

1.-Equipo

| Descripcion | Tipo | Und | Rendimiento | V/dia | V/parcial |
|--|------|-----|-------------|--------|--------------|
| Compresor de aire 2 martillos | | Dia | 12 | 90,000 | 7,500.00 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Herramienta menor (10% de M de O directa) | | | | | 238 |
| Costo Directo Equipo | | | | | 7,738 |

2.-Materiales

| Descripcion | Unidad | Cantidad | V/insumo | V/parcial |
|---------------------------------|--------|----------|----------|-----------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Costo Directo Materiales | | | | |

3.-Mano de Obra

| Cuadrilla | V/dia | V/dia + prest. | Rendimiento | V/parcial |
|-----------------------------------|--------|----------------|-------------|--------------|
| 0.1 | 30,000 | 57,000 | 24.0 | 2,375 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Costo Directo Mano de Obra | | | | 2,375 |

| | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|---------------|
| COSTO DIRECTO ACTIVIDAD | | | | 10,113 |
|--------------------------------|--|--|--|---------------|

Mantenimiento y recuperacion de los diferentes pavimentos rigidos de las vias de Tamalameque

| | | |
|------------|--------------------------|----|
| Actividad: | Excavacion manual | M3 |
|------------|--------------------------|----|

| | |
|---------------|-------------------|
| Localizacion: | Tramos en estudio |
|---------------|-------------------|

1.-Equipo

| Descripcion | Tipo | Und | Rendimiento | V/dia | V/parcial |
|--|------|-----|-------------|-------|-----------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Herramienta menor (10% de M de O directa) | | | | | 2,280 |
| Costo Directo Equipo | | | | | 2,280 |

2.-Materiales

| Descripcion | Unidad | Cantidad | V/insumo | V/parcial |
|--------------------------|--------|----------|----------|-----------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Costo Directo Materiales | | | | |

3.-Mano de Obra

| Cuadrilla | V/dia | V/dia + prest. | Rendimiento | V/parcial |
|----------------------------|--------|----------------|-------------|-----------|
| 0.1 | 30,000 | 57,000 | 2.5 | 22,800 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Costo Directo Mano de Obra | | | | 22,800 |

| | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|---------------|
| COSTO DIRECTO ACTIVIDAD | | | | 25,080 |
|--------------------------------|--|--|--|---------------|

Mantenimiento y recuperacion de los diferentes pavimentos rigidos de las vias de Tamalameque

| | | |
|------------|----------------------------|----|
| Actividad: | Retiro de sobrantes | M3 |
|------------|----------------------------|----|

| | |
|---------------|-------------------|
| Localizacion: | Tramos en estudio |
|---------------|-------------------|

1.-Equipo

| Descripcion | Tipo | Und | Rendimiento | V/dia | V/parcial |
|--|------|-----|-------------|-------|--------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Herramienta menor (10% de M de O directa) | | | | | 1,425 |
| Costo Directo Equipo | | | | | 1,425 |

2.-Materiales

| Descripcion | Unidad | Cantidad | V/insumo | V/parcial |
|--------------------------|--------|----------|----------|-----------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Costo Directo Materiales | | | | |

3.-Mano de Obra

| Cuadrilla | V/dia | V/dia + prest | Rendimiento | V/parcial |
|--------------------------------|--------|---------------|-------------|---------------|
| Obrero | 30,000 | 57,000 | 4 | 14,250 |
| | | | | |
| | | | | |
| Costo Directo Mano de Obra | | | | 14,250 |
| COSTO DIRECTO ACTIVIDAD | | | | 15,675 |

Mantenimiento y recuperacion de los diferentes pavimentos rigidos de las vias de Tamalameque

| | | |
|------------|---------------|----|
| Actividad: | Receba | M3 |
|------------|---------------|----|

| | |
|---------------|-------------------|
| Localizacion: | Tramos en estudio |
|---------------|-------------------|

1.-Equipo

| Descripcion | Tipo | Und | Rendimiento | V/dia | V/parcial |
|--|------|-----|-------------|-----------|--------------|
| Rana | | DIA | 8 | 50,000.00 | 6,250.00 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Herramienta menor (10% de M de O directa) | | | | | 950 |
| Costo Directo Equipo | | | | | 7,200 |

2.-Materiales

| Descripcion | Unidad | Cantidad | V/insumo | V/parcial |
|--------------------------|--------|----------|----------|---------------|
| Receba | m3 | 1.25 | 30,000 | 37,500 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Costo Directo Materiales | | | | 37,500 |

3.-Mano de Obra

| Cuadrilla | V/dia | V/dia + prest. | Rendimiento | V/parcial |
|----------------------------|--------|----------------|-------------|--------------|
| Obrero | 30,000 | 57,000 | 6.0 | 9,500 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Costo Directo Mano de Obra | | | | 9,500 |

| | |
|--------------------------------|---------------|
| COSTO DIRECTO ACTIVIDAD | 54,200 |
|--------------------------------|---------------|

| Mantenimiento y recuperacion de los diferentes pavimentos rigidos de las vias de Tamalameque | | | | | |
|--|---|---------|----------------|-------------|----------------|
| Actividad: | Concreto clase D para loza en concreto E= 0,13 MTS. | | | | M3 |
| Localizacion: | Tramos en estudio | | | | |
| 1.-Equipo | | | | | |
| Descripcion | Tipo | Und | Rendimiento | V/dia | V/parcial |
| Vibro | (gas/gasolina) | | 50 | 50,000 | 1,000 |
| formaleta para sardineles | metalica | | 5 | 900 | 180 |
| | | | | | |
| Herramienta menor (10% de M de O directa) | | | | | 7,838 |
| Costo Directo Equipo | | | | | 9,018 |
| 2.-Materiales | | | | | |
| Descripcion | Unidad | Unidad | Cantidad | V/insumo | V/parcial |
| Concreto clase D | M3 | | 1.1 | 350,000 | 385,000 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Costo Directo Materiales | | | | | 385,000 |
| 3.-Mano de Obra | | | | | |
| Cuadrilla | | V/dia | V/dia + prest. | Rendimiento | V/parcial |
| 1.3 | | 165,000 | 313,500 | 4.0 | 78,375 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Costo Directo Mano de Obra | | | | | 78,375 |
| COSTO DIRECTO ACTIVIDAD | | | | | 472,393 |

| Mantenimiento y recuperacion de los diferentes pavimentos rigidos de las vias de Tamalameque | | | | |
|--|---|----------------|-------------|--------------|
| Actividad: | Liga asfaltica para junta de dilatacion | | | MI |
| Localizacion: | Tramos en estudio | | | |
| 1.-Equipo | | | | |
| Descripcion | Tipo | Rendimiento | V/dia | V/parcial |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Herramienta menor (10% de M de O directa) | | | | 114 |
| Costo Directo Equipo | | | | 114 |
| 2.-Materiales | | | | |
| Descripcion | Unidad | Cantidad | V/insumo | V/parcial |
| liga asfaltica | kg | 0.3 | 1,500 | 450 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Costo Directo Materiales | | | | 450 |
| 3.-Mano de Obra | | | | |
| Cuadrilla | V/dia | V/dia + prest. | Rendimiento | V/parcial |
| CUADRILLA 0 : 1 | 30,000 | 57,000 | 50 | 1,140 |
| | | | | |
| | | | | |
| Costo Directo Mano de Obra | | | | 1,140 |
| COSTO DIRECTO ACTIVIDAD | | | | 1,704 |