Estado Plurinacional de Bolivia

INFORME SUB PRODUCTO N°5

ESTUDIO INTEGRAL TÉCNICO, ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL (TESA) PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE MANTENIMIENTO PERIODICO EN LA RED VIAL FUNDAMENTAL; TRAMO LA ANGOSTURA - COMARAPA

CONTRATO ABC N° 747/13 GNT-SCV-CON-BID

2016

INFORME SUB PRODUCTO N°5

ESQUEMA GENERAL

1. RESUMEN EJECUTIVO
2. INVENTARIO VIAL
   - 2.1. Identificación General del Tramo
   - 2.2. Resumen del Inventario Vial
   - 2.3. Resumen del Inventario de obras de arte Menor
   - 2.4. Resumen del Inventario de obras de arte Mayor
   - 2.5. Elementos y Estructuras de consideración
   - 2.6. Resumen de Sectores Críticos
   - 2.7. Resumen de Elementos de Seguridad Vial y Señalización
   - 2.8. Resumen del equipamiento en la carretera
   - 2.9. Datos Básicos HDM-4.
   - 2.10. Anexos – Trabajos y Planillas de Campo
3. AUSCULTACIÓN DE PAVIMENTO
   - 3.1. Resumen de Deformaciones, Fisuras, Disgregaciones, Exudaciones, etc.
   - 3.2. Resumen de Sectores reparados
   - 3.3. Regularidad Superficial del pavimento
   - 3.4. Capacidad soporte del pavimento
   - 3.5. Estado de la Superficie del Pavimento
   - 3.6. Anexos - Planillas de campo
4. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS
   - 4.1. Estudios de tráfico y proyecciones
   - 4.2. Datos Básicos HDM-4
   - 4.3. Parámetros de Costos de Operación Vehicular
   - 4.4. Estimación de costos de Inversión y Mantenimiento
   - 4.5. Estimación de Beneficios HDM-4
   - 4.6. Evaluación socioeconómica
   - 4.7. Evaluación privada
   - 4.8. Análisis de Sensibilidad
   - 4.9. Recomendación de la alternativa más favorable
   - 4.10. Anexos – Corrida del modelo HDM-4
5. ESTUDIO AMBIENTAL
6. DISEÑO DE INGENIERÍA
   - 6.1. Aspectos Generales
   - 6.2. Topografía
   - 6.3. Geología
   - 6.4. Geotecnia
   - 6.5. Suelos y Materiales
   - 6.6. Diseño Estructural de Pavimentos
   - 6.7. Hidrología e Hidráulica
   - 6.8. Diseño de obras complementarias

6.9. Diseño del Mantenimiento de Puentes y Estructuras
6.10. Estación de Peaje
6.11. Señalización Vial y Seguridad vial
6.12. Plan de Conservación
6.13. Sistema de Información Geográfico
6.14. Análisis de precios unitarios
6.15. Presupuesto de obra / Presupuesto para supervisión y fiscalización
6.16. Cronograma de obra
6.17. Equipo mínimo
7. DOCUMENTOS PARA LAS OBRAS DE MANTENIMIENTO
7.1. Especificaciones Administrativas Legales
7.2. Especificaciones técnicas generales
7.3. Especificaciones técnicas especiales
7.4. Especificaciones técnicas ambientales
7.5. Documento Base de Licitación
8. PLANOS
8.1. Topografía
8.2. Hidrología e Hidráulica
8.3. Puentes y Estructuras
8.4. Diseños de Sitios Críticos
8.5. Señalización

INFORME SUB PRODUCTO N°5

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO 1-1

1.1. MONTO DE CONTRATO ORIGINAL 1-1

1.2. ORDEN DE PROCEDER 1-2

1.3. CONTRATOS MODIFICATORIOS 1-2

1.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO 1-2

1.5. SITUACIÓN DEL TRAMO 1-3

1.5.1. SUB TRAMO III: MAIRANA - BERMEJO 1-5

2. AUSCULTACIÓN DEL PAVIMENTO 2-7

2.1. INTRODUCCIÓN 2-7

2.1.1. ANTECEDENTES 2-7

2.1.2. OBJETIVOS 2-7

2.1.3. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO 2-7

2.2. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE 2-8

2.2.1. MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO 2-8

2.2.2. MEDICIÓN DE ESPESORES DE CARPETA 2-8

2.2.3. MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD SOPORTE DEL PAVIMENTO 2-9

2.3. EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE ... 2-9

2.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO EXISTENTE 2-9

2.3.2. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FUNCIONAL DEL PAVIMENTO EXISTENTE 2-11

2.3.3. MÓDULO RESILIENTE DE DISEÑO DE SUB RASANTE Y MÓDULO ELÁSTICO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL 2-14

2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS 2-14

2.4.1. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA SECTORIZACIÓN DE TRAMOS 2-14

2.4.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CUSUM DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS 2-15

2.5. COMPARACIÓN DE PARÁMETROS CON DEFLEXIONES, RADIOS DE CURVATURA Y AREA 2-17

2.6. CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO 2-20

3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 3-22

3.1. ESTUDIO DE TRÁFICO Y TRANSPORTE 3-22

3.1.1. INFORMACION EXISTENTE 3-22

3.1.2. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE AFOROS Y ENCUESTAS 3-22

3.1.3. PROYECCIÓN DEL TPDA 3-23

3.1.4. DATOS BÁSICOS HDM-4 3-24

3.1.5. PARÁMETROS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 3-24

3.1.6. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO 3-25

3.1.7. RECOMENDACIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE 3-26

4. ESTUDIO AMBIENTAL 4-27

4.1. LÍNEA BASE AMBIENTAL 4-27
4.1.1. MEDIO BIÓTICO 4-27
4.1.2. GEOLOGÍA 4-28
4.1.3. GEOMORFOLOGÍA 4-28
4.1.4. FISIOGRAFÍA Y SUELOS 4-29
4.1.5. HIDROLOGÍA Y RECURSOS HÍDRICOS 4-29
4.1.6. MEDIO BIÓTICO 4-30
4.1.7. MEDIO SOCIOECONÓMICO 4-31
4.1.8. PANORAMA ARQUEOLOGICO 4-31

4.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 4-31

4.3. PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN 4-31

4.4. PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL (PASA) 4-32

4.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 4-32
4.5.1. CONCLUSIONES 4-32
4.5.2. RECOMENDACIONES 4-33

5. DISEÑO DE INGENIERÍA 5-34

5.1. TOPOGRAFÍA 5-34
5.1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA Y ALCANCE DEL SERVICIO 5-34
5.1.2. DISEÑO GEOMÉTRICO 5-34

5.2. GEOLOGÍA 5-40
5.2.1. INTRODUCCION 5-40
5.2.2. ELABORACIÓN DEL PLANO GEOLÓGICO 5-42
5.2.3. IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DE RIESGO O CRÍTICOS 5-42
5.2.4. UBICACIÓN DE LOS SITIOS CRÍTICOS RESPECTO DEL TRAMO 5-43
5.2.5. SITIOS O SECTORES QUE REQUIEREN OBRAS DE MENOR ENVERGADURA (COMPLEMENTARIAS) 5-44
5.2.6. DISEÑO DE OBRAS EN SITIOS CRITICOS Y EN SECTORES QUE REQUIEREN OBRAS DE MENOR ENVERGADURA (COMPLEMENTARIAS) 5-46

5.3. GEOTECNIA 5-48
5.3.1. ESTUDIOS EN VÍA 5-48

5.4. SUELOS Y MATERIALES 5-51
5.4.1. ESTUDIO DE LOS BANCOS DE PRÉSTAMO 5-51
5.4.2. CÁLCULO DE VOLÚMENES ÚTILES Y RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO POR BP 5-51
5.4.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 5-52
5.4.4. DEMANDA DE AGREGADOS PARA EL SUB TRAMO III 5-53
5.4.5. ANALISIS DE AGUA 5-54

5.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS 5-55
5.5.1. DISEÑO DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE RECICLADO CON CEMENTO 5-55
5.5.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 5-58

5.6. HIDROLOGÍA Y DRENAJE 5-59
5.6.1. PROBLEMAS DE DRENAJE EXISTENTE. 5-59
5.6.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO. 5-60
5.6.3. ESTUDIO HIDRÁULICO. 5-61
5.6.4. PUENTES – EVALUACIÓN HIDRÁULICA 5-65

5.6.5. OBRAS DE PROTECCIÓN EN PUENTES 5-66

5.7. DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS 5-70
5.7.1. DISEÑO DE OBRAS – MUROS NUEVOS 5-70

5.8. DISEÑO DEL MANTENIMIENTO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS 5-76
5.8.1. GENERALIDADES. 5-76

5.9. DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE PEAJE 5-77
5.9.1. INTRODUCCIÓN 5-77
5.9.2. UBICACIÓN 5-77

5.10. SEÑALIZACIÓN VIAL Y SEGURIDAD VIAL 5-78
5.10.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL 5-78
5.10.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL 5-78
5.10.3. SEGURIDAD VIAL 5-79

5.11. PLAN DE CONSERVACIÓN 5-81
5.11.1. ELEMENTOS MANTENIBLES 5-81
5.11.2. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA 5-81

5.12. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO 5-82
5.12.1. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS GEOGRAFICA. 5-82

5.13. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 5-83
5.13.1. INTRODUCCIÓN. 5-83
5.13.2. COSTOS BÁSICOS 5-83
5.13.3. COSTOS DE MATERIALES E INSUMOS 5-83
5.13.4. MANO DE OBRA 5-83
5.13.5. MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN 5-84
5.13.6. GASTOS GENERALES 5-84
5.13.7. UTILIDADES 5-84
5.13.8. IMPUESTOS 5-85

5.14. PRESUPUESTO DE OBRA, SUPERVISIÓN Y FISCALIZACIÓN 5-86
5.14.1. COSTO TOTAL DE OBRAS 5-86
5.14.2. COSTO DE SUPERVISIÓN 5-92
5.14.3. COSTO DE FISCALIZACIÓN 5-93
5.14.4. COSTO DE IMPREVISTOS 5-93
5.14.5. PRESUPUESTO GENERAL 5-93
5.14.6. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA 5-95

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1-1 DESGLOSE DEL MONTO DE CONTRATO ORIGINAL 1-1
TABLA 1-2 DIVISIÓN EN SUB TRAMOS 1-4
TABLA 1-3 COORDENADAS DEL SUB TRAMO III: MAIRANA – MAIRANA 1-5
TABLA 2-1 RESUMEN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL 2-8
TABLA 2-2 RESUMEN DE ESPESORES DE CARPETA 2-9
TABLA 2-3 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE 2-12
TABLA 2-4 MÓDULO RESILIENTE 2-14
TABLA 2-5 RESUMEN DE SECTORES HOMOGÉNEOS MATARAL - SAMAIPATA 2-17
TABLA 2-6 RESUMEN SECTORES HOMOGÉNEOS SAMAIPATA - LA ANGOSTURA 2-17
TABLA 3-1 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES PARA CONTEOS Y/O AFOROS 3-22
TABLA 3-2 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES PARA ENCUENTAS DE ORIGEN/DESTINO DE VIAJES VEHICULARES 3-23
TABLA 3-3 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN PARA ENUCNETAS DE ORIGEN/DESTINO DE LOS PASAJEROS 3-23
TABLA 3-4 TASAS DE CRECIMIENTO SEGÚN EL TRÁFICO NORMAL 3-23
TABLA 3-5 TASAS DE CRECIMIENTO ADOPTADAS 3-24
TABLA 5-1 COORDENADAS DEL SUBTRAMO 3 MAIRANA - BERMEJO 5-35
TABLA 5-2 VELOCIDADES DE DISEÑO PARA CARRETERAS PRIMARIAS 5-36
TABLA 5-3 SITIOS DE RECONFORMACIÓN DE LA PLAYAFAORMA PARA SOBRE ANCHOS 5-37
TABLA 5-4 DISTRIBUCIONES DE SECCION TIPICAS APLICADAS EN EL SUBTRAMO II 5-38
TABLA 5-5 SECCION TIPICAS EN SITIOS DE PAVIMENTO RIGIDO 5-38
TABLA 5-6 SITIOS CRÍTICOS UBICADOS DE ACUERDO A LAS POBLACIONES DEL TRAMO 5-43
TABLA 5-7 RESUMEN DE SITIOS CRÍTICOS EN EL TRAMO DE ESTUDIO 5-43
TABLA 5-8 UBICACIÓN DE SITIOS QUE REQUIEREN OBRAS MENORES 5-44
TABLA 5-9 UBICACIÓN DE LOS BANCOS DE PRÉSTAMO ESTUDIADOS RESPECTO A LA CARRETERA 5-51
TABLA 5-10 VOLUMEN ÚTIL DISPONIBLE 5-52
TABLA 5-11 DEMANDA DE AGREGADOS DEL SUB TRAMO III 5-53
TABLA 5-12 VOLÚMEN ÚTIL DISPONIBLE DEL BP ANALIZADOS 5-53
TABLA 5-13 CÁLCULO DE AGREGADOS DISPONIBLES EN BANCOS 5-53
TABLA 5-14 COMPARACIÓN DE OFERTA Y DEMANDA DE MATERIALES 5-54
TABLA 5-15 APTITUD DE LOS BANCOS ANALIZADOS 5-54
TABLA 5-16 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA 5-54
TABLA 5-17 DETALLE DE ESPESORES DE CAPAS PARA EL RECICLADO 5-56
TABLA 5-18 PERFILES DE PAVIMENTO Y RECICLADO PARA SECTORES DEL SUB TRAMO II 5-57
TABLA 5-19 PERIODOS DE RETORNO PARA DISEÑO 5-60
TABLA 5-20 CANTIDAD DE ALCANTARILLAS POR TRAMO PARA TDO EL PROYECTO 5-62
TABLA 5-21 RESUMEN SECCIONES HIDRAULICAS NUEVAS PARA LAS ALCANT. QUE DEBEN CAMBIARSE TRAMO-1 5-62
TABLA 5-22 ACTIVIDADES A REALIZARSE POR CADA PUENTE 5-66
TABLA 5-23 UBICACIÓN DE LOS MUROS NUEVOS 5-70
TABLA 5-24 TABLA RESUMEN DE LOS PUENTES DEL TRAMO III 5-76
TABLA 5-25 RESUMEN SEÑALES VERTICALES 5-78
TABLA 5-26 RESUMEN SEÑALES HORIZONTAL 5-79
TABLA 5-27 RESUMEN DE TACHAS REFLECTIVAS 5-79
TABLA 5-28 RESUMEN DE SONORIZADOR 5-80
TABLA 5-29 LONGITUD DE BARRERAS DE SEGURIDAD 5-80
TABLA 5-30 TABLA RESUMEN SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL 5-80

TABLA 5-31 PRESUPUESTO DE OBRAS Y SERVICIOS 5-86
TABLA 5-32 COSTO DE SUPERVISIÓN 5-92
TABLA 5-33 COSTO DE FISCALIZACIÓN 5-93
TABLA 5-34 COSTO DE IMPREVISTOS 5-93
TABLA 5-35 RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO 5-94
TABLA 5-36 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA 5-95

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1-1 UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 1-2
IMAGEN 1-2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO 1-3
IMAGEN 1-3 SITUACIÓN ACTUAL DEL TRAMO 1-4
IMAGEN 1-4 SUBTRAMO III: MAIRANA - BERMEJO 1-5
IMAGEN 2-1 VÍA EN EL SECTOR DE COMARAPA 2-10
IMAGEN 2-2 VIA EN EL SECTOR DE LA ANGOSTURA 2-10
IMAGEN 2-3 PROBLEMAS EXISTENTES EN LA PLATAFORMA 2-11
IMAGEN 2-4 BACHEO CON PIEDRA MANZANA 2-11
IMAGEN 5-1 TRAMOS DE PLATAFORMA QUE NO CUENTA CON CARPETA ASFALTICA EN LOS QUE SE REALIZARON LOS POZOS 5-48
IMAGEN 5-2 DETALLE ESQUEMÁTICO DE ALCANTARILLAS NUEVAS 5-62
IMAGEN 5-3 DETALLE ESQUEMÁTICO DE LOS CABEZALES Y LA CAJA COLECTORA 5-63
IMAGEN 5-4 CUNETA EN CORTE TIPO TRAPEZOIDAL 5-64
IMAGEN 5-5 IMAGEN SATELITAL DE LA UBICACIÓN DE LOS PUENTES 5-76
IMAGEN 5-6 UBICACIÓN DEL PEAJE DE SAMAIPATA 5-77
IMAGEN 5-7 ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA 5-82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 2-1 VARIACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI) TRAMO: MATARAL – SAMAIPATA 2-13
GRÁFICO 2-2 VARIACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI) TRAMO: SAMAIPATA – LA ANGOSTURA 2-13
GRÁFICO 2-3 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DE LAS DIFERENCIAS ACUMULADAS CUSUM CONSIDERANDO LOS PRINCIPALES INDICADORES DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MATARAL – SAMAIPATA 2-16
GRÁFICO 2-4 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DE LAS DIFERENCIAS ACUMULADAS CUSUM CONSIDERANDO LOS PRINCIPALES INDICADORES DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO SAMAIPATA – LA ANGOSTURA 2-16
GRÁFICO 2-5 DEFLEXIONES VS ÁREA – CARRIL ASCENDENTE, TRAMO LA ANGOSTURA – COMARAPA 2-18
GRÁFICO 2-6 DEFLEXIONES VS ÁREA – CARRIL DESCENDENTE, TRAMO LA ANGOSTURA – COMARAPA 2-18
GRÁFICO 2-7 DEFLEXIONES VS RADIO DE CURVATURA – CARRIL ASCENDENTE, TRAMO LA ANGOSTURA – COMARAPA 2-19
GRÁFICO 2-8 DEFLEXIONES VS RADIO DE CURVATURA – CARRIL DESCENDENTE, TRAMO LA ANGOSTURA – COMARAPA 2-20
GRÁFICO 5-1 SECCIÓN TÍPICA DE PLATAFORMA CON BASE RECICLADA 5-38
GRÁFICO 5-2 SECCIÓN TÍPICA DE PLATAFORMA EN SECTORES DE RECONFORMACIÓN 5-39

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El Estado Plurinacional de Bolivia ha recibido del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), un préstamo para financiar parcialmente el costo del "Programa de Pre inversión en proyectos Estratégicos de Transporte" del cual forma parte el presente proyecto. En ese sentido, la Administradora Boliviana de Carreteras, invitó a presentar propuestas para proveer los servicios de la consultoría: Estudios (TESA) para el Diseño de Obras de Mantenimiento Periódico en la Red Vial Fundamental; Tramo La Angostura - Comarapa, según alcance definido en el Documento Base de Contratación.

Habiéndose cumplido los procedimientos establecidos en las normas del financiador, se ha efectuado la invitación a presentar propuestas a los siguientes incluidos en la lista corta:

1. McsdS S.R.L.
2. CPS DE INGEGNIERÍA S.A.C. - BELMONTE INGENIEROS SRL.
3. APIA XXI - URIEL & ASOCIADOS
4. PCA Ingenieros Consultores - NARVAL INGENIERÍA S.A.
5. CONAL SRL.
6. SGT LTDA. - CCI INC.

De la evaluación de las Propuestas presentadas, según el Método de Selección Basado en la Calidad y Costo, siguiendo los procedimientos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) detallados en las Políticas para la Selección y Contratación de Consultores financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo-GN-2350-7, se ha seleccionado a la ASOCIACIÓN ACCIDENTAL CPS-BELMONTE para que provea los servicios solicitados.

En ese sentido, en el mes de Octubre de 2013, se ha procedido a elaborar y firmar el contrato ABC Nº 747/13 GNT-SCV-CON-BID para la ejecución del Estudios (TESA) Para el Diseño de Obras de Mantenimiento Periódico en la Red Vial Fundamental; Tramo La Angostura – Comarapa, entre la Administradora Boliviana de Carreteras y la ASOCIACIÓN ACCIDENTAL CPS-BELMONTE, con un plazo de ejecución del servicio de 8 meses calendario.

1.1. MONTO DE CONTRATO ORIGINAL

El monto del Servicio originalmente contratado fue de Bs 4.119.647,12 (CUATRO MILLONES CIENTO DIECINUEVE MIL SEICIENTOS CUARENTA Y SIETE 12/100 Bolivianos), obtenidos en el acta de negociación con el siguiente desglose:

Tabla 1-1 Desglose del monto de contrato original

DESCRIPCIÓN	MONEDA (BS)
Precio total de la Propuesta sin impuestos	3.584.171.85
Monto de Impuestos	535.475,27
Precio total de la Propuesta con Impuestos	**4.119.647,12**

1.2. ORDEN DE PROCEDER

Mediante nota ABC/GSC/RTE/ 2014-0025, el Contratante emitió la correspondiente orden de proceder en fecha 13 de Enero de 2014.

1.3. CONTRATOS MODIFICATORIOS

Durante la realización del servicio por distintos motivos se han suscrito el Contrato Modificatorio No 1 y el Contrato Modificatorio No 2, con estos se ha modificado y complementado el alcance del estudio y a raíz de esto ha tenido también cambios en el plazo y el monto del estudio.

El plazo final del estudio ha sido de: 14 meses y el monto final del servicio fue de Bs. 4’815,644.83 incluyendo impuestos.

1.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto está localizado en la región oriental de Bolivia, en las Provincias Ibáñez, Florida y Caballero, sobre la ruta F-007 a los 17°54'54.45" de Latitud Sur y 64°32'0.72" de Longitud Oeste en Comarapa y a los 18° 9'44.83" de Latitud Sur y 63°30'23.22" de Longitud Oeste en el lado de La Angostura.

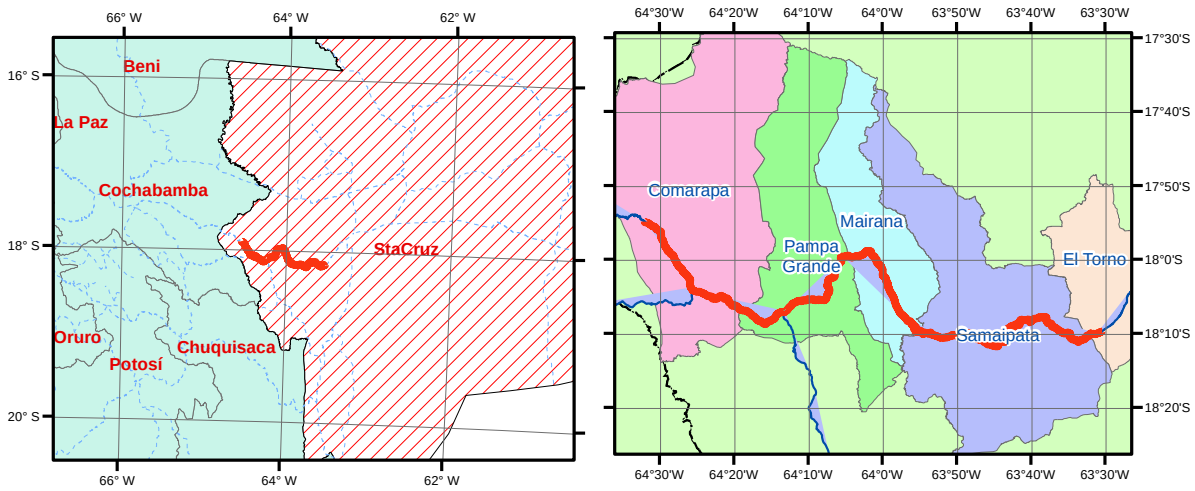


Imagen 1-1 Ubicación General del Proyecto

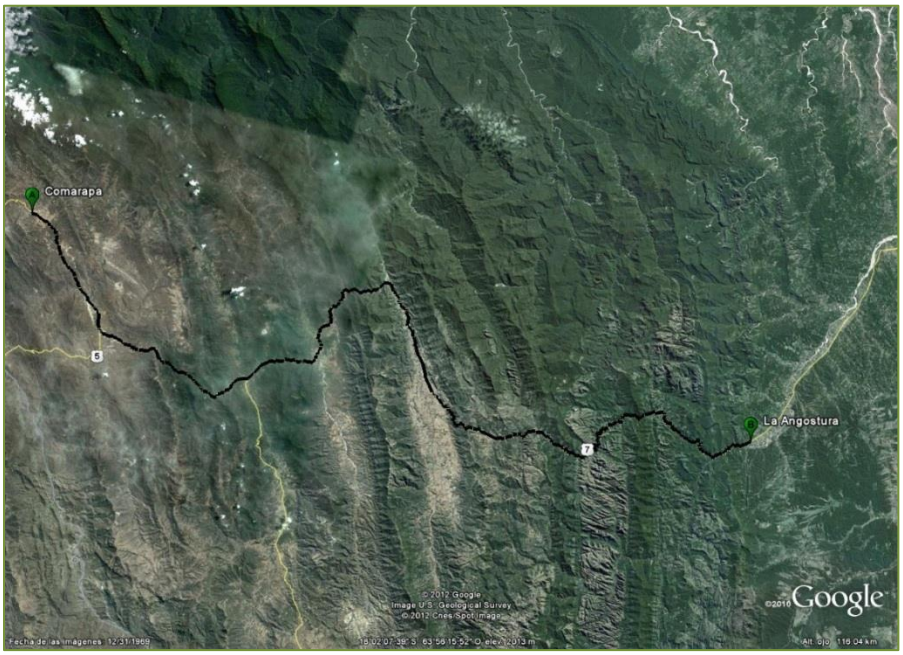


Imagen 1-2 Ubicación Geográfica del Proyecto

El tramo en estudio tiene una longitud inventariada de 184 Km. aproximadamente, desde la población de Comarapa hasta La Angostura, se desarrolla sobre una topografía predominantemente llana, con alturas que oscilan entre los 642 m.s.n.m. a los 2135 m.s.n.m. El clima es cálido en toda la región, con frecuentes precipitaciones, una humedad relativa alta; corrientes frías polares (surazos) frecuentes en invierno.

Asimismo los municipios que atraviesa el proyecto son: Comarapa, Pampa Grande, Mairana, Samaipata y El Torno.

El proyecto se desarrolla sobre una topografía semi-ondulada típica de la zona de los valles, con alturas entre 2100 en el sector de Samaipata hasta los 650 en el sector de La Angostura.

La precipitación media de la zona del proyecto es de aproximadamente 1500 mm al año, lo cual es típico de zona Sub húmedas, la temperatura media es de 18 °C a 24 ºC típico de la zona de los valles orientales.

La zona tiene mucha actividad agrícola y agropecuaria, es una zona productora de maíz existiendo una abundante crianza de aves como el pollo.

1.5. SITUACIÓN DEL TRAMO

Durante la realización del servicio se ha evidenciado que el camino presenta diversos problemas que inciden en el estado de la plataforma de rodadura lo cual afecta la transitabilidad de los vehículos y en el incremento de los costos de conservación de la vía.

Asimismo se ha observado que la ABC está efectuando diversas acciones en procura de tener una vía con adecuada transitabilidad, sin embargo se requieren grandes recursos para conseguir ese objetivo, siendo actualmente los únicos disponibles los del mantenimiento rutinario.

En la siguiente imagen se presenta una descripción de la carretera en la cual se ha establecido tres niveles del estado de plataforma: Regular (color amarillo Rugosidad entre 4 a 6) Deficiente (color naranja Rugosidad entre 6 a 8) y Pésimo (color rojo rugosidad mayor a 8).

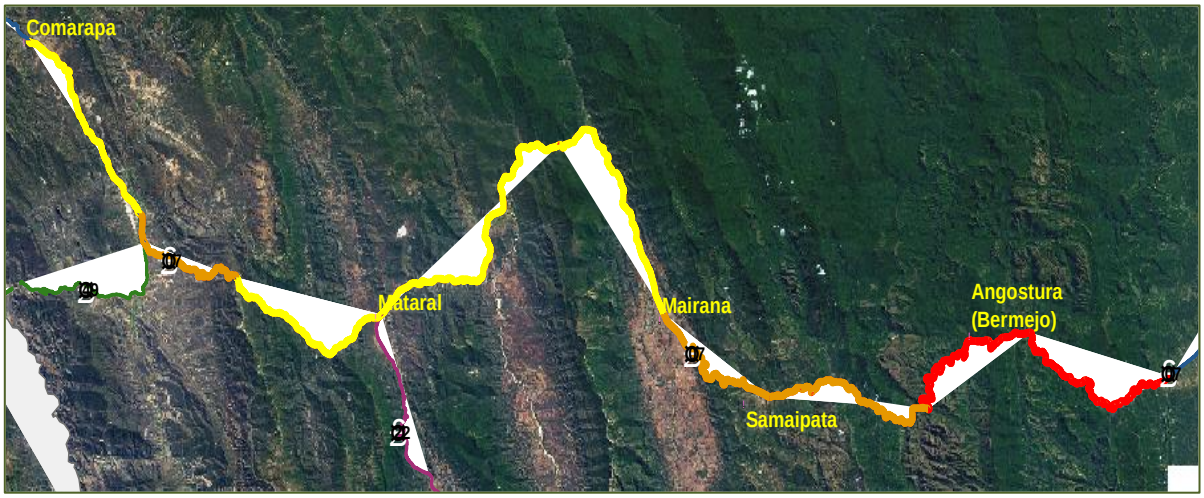


Imagen 1-3 Situación Actual del Tramo

Por tanto se puede observar que en general la carretera está en estado regular a malo debido a que el pavimento presenta un deterioro considerable por la edad del mismo y el tráfico de vehículos pesados. Sin embargo, se ha podido evidenciar que existen otras causas más importantes que afectan considerablemente la vida útil del pavimento.

Todo el tramo se ha dividido en 4 Sub-Tramos los cuales han sido concebidos como proyectos totalmente independientes:

Tabla 1-2 División en Sub Tramos

DIVISIÓN DE LOS TRAMOS			PROGRESIVAS		LONGITUD [Km]
			INICIAL	FINAL	
I	Comarapa	Mataral	260+750	313+650	52.9
II	Mataral	Mairana	313+650	363+900	50.3
III	Mairana	Bermejo	363+900	422+100	58.2
IV	Bermejo	La Angostura	422+100	442+600	20.46

Aquí vamos a presentar todas las consideraciones asumidas dentro del Sub-Tramo III Mairana - Bermejo.

1.5.1. SUB TRAMO III: MAIRANA - BERMEJO

El Sub tramo III comprende entre las poblaciones de Mairana - Bermejo tiene una longitud de 58.24 km. El proyecto inicia en la Progresiva 363+900 antes del ingreso de la Población de Mairana, empalmando con el Sub tramo II Mataral - Mairana, y termina en la Progresiva 422+136.81 después de la Población de Bermejo, empalmando con el Sub tramo IV con progresiva de inicio de 422+140, se tendrá un desfase de 3.19 metros en el empalme entre los sub tramos III y IV.

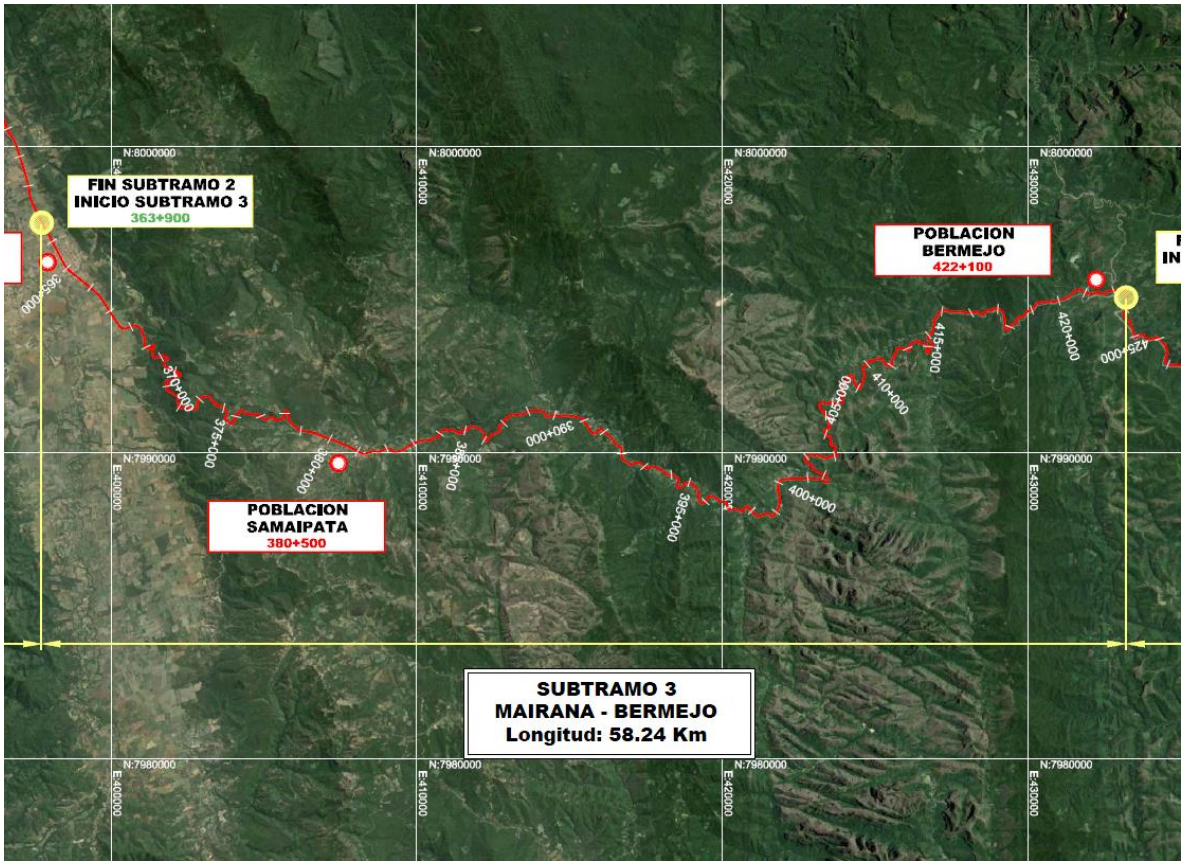


Imagen 1-4 Subtramo III: Mairana - Bermejo

Las coordenadas del Sub Tramo III Mairana - Bermejo son:

Tabla 1-3 Coordenadas del Sub Tramo III: Mairana – Mairana

Progresiva	Norte	Este
363+900	7996932.274	398054.460
422+136.81	7995107.096	433220.267

El Sub tramo III MAIRANA - BERMEJO, es parte de la Red Vial Fundamental, codificada como RVF-007, y fue construido en la década de los años cincuenta del siglo pasado y anteriormente estaba pavimentada, en su mayor parte con carpeta asfáltica. Actualmente, el pavimento se ha deteriorado y perdido casi completamente en diferentes sectores.

Comprende una topográfica ondulada el cual va desde la Población Mairana hasta la progresiva 368+000, a partir de esa ubicación presenta una topografía Montañosa hasta la Población de Samaipata, el cual presenta una topografía ondulada, continuando de Samaipata hasta el fin del subtramo en Bermejo se presenta una Topografía montañosa, la carretera en su desarrollo vertical varía desde una cota mínima de 875.69 [msnm] a un máximo de 1830.30 [msnm]

2. AUSCULTACIÓN DEL PAVIMENTO

2.1. INTRODUCCIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES

En este acápite se describe muy sucintamente los estudios de campo y análisis realizados por el Consultor para la evaluación estructural y funcional del pavimento.

2.1.2. OBJETIVOS

La evaluación integral de la estructura del pavimento tiene por objetivo cuantificar la capacidad para soportar las cargas de tráfico proyectadas para el periodo de diseño y además definir los requerimientos de reparación y tratamiento de cada sector previas a la mejora, determinando así sectores homogéneos en términos de condición estructural, funcional, y de estado, definiendo las unidades de análisis que serán la base para el diseño de pavimentos nuevos y carpetas de refuerzo que se requieran.

La evaluación funcional del pavimento tiene como fin el determinar el estado de la superficie de la capa de rodadura, o condición superficial, la que define la calidad o nivel de servicio que presta la carretera a los usuarios, el cual dependerá de las irregularidades de la superficie que tengan efecto en el paso de las ruedas de los vehículos que transitan la ruta.

La evaluación estructural del pavimento existente tendrá además el objetivo de determinar, mediante técnicas de retrocálculo y análisis estructural de pavimentos, las propiedades mecánicas de los suelos de subrasante expresadas como módulo resiliente de la fundación para cada sector o tramo homogéneo. Esta propiedad de los suelos será utilizada posteriormente para el diseño de pavimentos de los carriles de ampliación, así como para el diseño de refuerzos del pavimento existente.

2.1.3. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

La metodología utilizada para realizar la Evaluación Integral del estado del Paquete Estructural permite llegar a determinar las condiciones en las cuales se encuentra la plataforma, obteniendo indicadores de desempeño que finalmente determinan la condición funcional y estructural. Con estos valores se procede a determinar la capacidad del Paquete Estructural para soportar el tráfico futuro y como resultado de esta evaluación definir la mejor opción de rehabilitación que permita alcanzar la vida útil de diseño.

El parámetro del Módulo de Resiliencia es utilizado como la base para la caracterización del comportamiento de suelos y materiales granulares.

2.2. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE

La auscultación de pavimentos permite a través de técnicas invasivas y no invasivas, realizar la evaluación de estado de un pavimento, lo que nos permite caracterizar las variables que determinan la condición funcional y estructural de un pavimento.

A fin de cumplir con los términos de referencia, el Consultor ha establecido 3 grupos de trabajo para obtener la información de campo los cuales se describen a continuación:

i. Levantamiento visual del inventario de deterioros de la plataforma mediante la conformación de brigadas de campo.
ii. Medición de la Rugosidad, Espesores, Textura y Resistencia al Desplazamiento.
iii. Determinación de la Capacidad de Soporte del Pavimento utilizando deflectómetro de Impacto.

2.2.1. MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

La calidad del pavimento se analiza determinando la regularidad superficial, que tiene que ver con las irregularidades verticales acumuladas a lo largo de un kilómetro, con respecto a un plano horizontal en un pavimento. .

2.2.1.1. DATOS RECOLECTADOS.

En base al trabajo efectuado a continuación se muestra el resumen de la medición de la Regularidad Superficial de todo el tramo La Angostura-Comarapa:

Tabla 2-1 Resumen de Regularidad Superficial

Progresiva Inicial	Progresiva Final	Promedio por carriles	
		Carril Izq. [m/km]	Carril Der. [m/km]
259+830	280+000	3,1	3,2
280+000	314+000	3,5	3,4
314+000	363+500	2,9	3,0
363+500	380+000	3,7	3,6
380+000	416+000	4,0	4,0
416+000	443+500	4,3	4,4

2.2.2. MEDICIÓN DE ESPESORES DE CARPETA

Para la realización de estos trabajos se utilizó un Georadar Mala. El Georadar o GPR proporciona información sobre la estratigrafía del terreno en los primeros metros de profundidad.

2.2.2.1. DATOS RECOLECTADOS.

El procesamiento de los datos se lo realiza en gabinete con el programa Rad Explorer.

Los espesores promedio determinados del tramo se presentan en el cuadro resumen que se muestra a continuación:

Tabla 2-2 Resumen de Espesores de Carpeta

Prog. Inicial	Prog. Final	Carpeta Asfáltica			Base			Sub base			Total Prom
		Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	
259+830	279+500	4,4	6,8	2,4	15,1	18,0	13,0	25,4	30,0	22,0	45
279+500	313+800	3,8	6,5	1,8	13,2	15,0	12,0	23,9	27,0	14,0	41
313+800	363+000	2,9	3,9	1,8	15,5	21,0	13,0	18,2	19,0	14,0	37
364+000	380+000	3,9	4,2	3,3	22,4	25,0	19,0	25,6	27,0	24,0	52
380+000	414+000	4,3	5,5	3,5	16,7	19,0	16,0	26,6	27,0	26,0	48
414+000	442+200	4,8	8,0	3,1	15,4	17,0	15,0	27,6	28,0	26,0	48

2.2.3. MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD SOPORTE DEL PAVIMENTO

La medición de deflexiones suministra los resultados que permiten evaluar toda la curva de deformación y, por lo tanto, permiten “retro-calcular” los módulos elásticos de las diferentes capas del pavimento, de toda la estructura y de la sub rasante.

2.2.3.1. DATOS RECOLECTADOS.

Posterior a la medición se efectuó la corrección por carga, de las deflexiones, a un valor de 40 kN. Por otra parte, se realizó una normalización por temperatura, a un valor de referencia de 20ºC, ajustando la deflexión medida en el centro del plato de carga (d0).

Los resultados de estos ensayos se presentan en el capítulo correspondiente.

2.3. EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE

La evaluación del pavimento existente es necesaria para determinar si la estructura se encuentra en condiciones adecuadas para soportar el tráfico futuro proyectado y las necesidades de refuerzo que tiene para lograr alcanzar la vida útil de diseño. Durante el diseño la etapa de mayor de importancia es la evaluación de la condición del pavimento existente desde el punto de vista de los principales indicadores de desempeño: condición funcional y condición estructural.

2.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO EXISTENTE

El tramo en estudio forma parte de la carretera antigua Cochabamba – Santa Cruz que fue construida durante la década de los años 50, con características de un camino para vinculación entre el oriente y occidente de nuestro país preparado para las dimensiones de los vehículos de la época (camiones comparativamente de menor porte y tamaño que los

que circulan en la actualidad), la misma en el tramo Comarapa – Samaipata presenta una superficie de rodadura de tratamiento superficial y hormigón asfáltico mezclado en caliente con espesores que varían entre los 1.8 cm a 7 cm y entre Samaipata y la Angostura con espesores que lo hacen entre 3.1 cm a 8.0 cm.

Debido a la inexistencia de la berma en gran parte del tramo, el ingreso de agua hacia el pavimento a través de éstas ha provocado un patrón de deterioro característico en numerosos sectores, con fisuración y falla del pavimento en los bordes de la calzada y que luego se extiende hacia el interior de los carriles de circulación.

A continuación se muestra algunas fotos del estado del pavimento en el tramo:

Imagen 2-1 Vía en el sector de Comarapa

Imagen 2-2 Via en el sector de la Angostura

Imagen 2-3 Problemas Existentes en la Plataforma

En otros sectores se evidencia la presencia de baches de distintas magnitudes que están distribuidos de forma irregular a lo largo de la calzada con mayor incidencia en el carril de sentido hacia Santa Cruz. Se aprecia en varios sectores que se ha recurrido al bacheo utilizando piedras aspecto que ha sido contemplado como actividad con un grupo de avanzada que vaya identificado y extrayendo este material, previo al ingreso del equipo reciclador.

Imagen 2-4 Bacheo con piedra manzana

2.3.2. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FUNCIONAL DEL PAVIMENTO EXISTENTE

La evaluación funcional del pavimento se realizó a partir de mediciones de Rugosidad Superficial, expresada en términos del Índice de Rugosidad Internacional (IRI, en m/Km),

en ambos carriles existentes utilizando un perfilómetro automatizado de alto rendimiento del tipo respuesta RTRM (Response Type Roughness meter) Roughometer II de marca ARRB y procedencia Australiana, catalogado como rugosímetro Tipo II según los criterios del Banco Mundial.

2.3.2.1. REGULARIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

El Índice Internacional de Rugosidad (IRI) ha sido medido utilizando un rugosímetro tipo inercial australiano tipo Rougheter II, el que operó sobre una camioneta, la información obtenida se ha registrado en un computador portátil. Las mediciones fueron tomadas cada 100 metros en ambos sentidos de tráfico.

2.3.2.2. EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL Y DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE

A fin de evaluar la condición funcional del pavimento se ha correlacionado el valor del IRI y el Índice de Serviciabilidad obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2-3 Índice de Serviciabilidad presente

Sección	Localidad		Progresivas		Índice de Serviciabilidad Presente				
			de	a	Long (m)	Prom	Máx.	Mín.	Valor Carac.
1	Comarapa	264+508	260+000	264+508	4,508	2.77	5.00	0.43	1.97
2	264+508	277+252	264+508	277+252	12,744	3.06	3.68	0.98	2.70
3	277+252	La Palizada	277+252	282+550	5,298	2.64	5.00	0.59	2.00
4	La Palizada	296+000	282+550	296+000	13,450	2.64	5.00	0.59	2.00
5	296+000	Mataral	296+000	313+820	17,820	3.05	5.00	0.30	2.42
6	Mataral	316+255	313+820	316+255	2,435	2.98	3.83	0.83	2.18
7	316+255	340+758	316+255	340+758	24,503	3.03	4.52	0.78	2.45
8	340+758	352+501	340+758	352+501	11,743	2.85	3.70	0.83	2.40
9	352+501	362+507	352+501	362+507	10,006	3.14	3.93	1.19	2.63
10	362+507	Mairana	362+507	365+245	2,738	3.08	5.00	0.77	2.10
11	Mairana	374+240	365+245	374+240	8,995	2.75	5.00	0.61	2.24
12	374+240	Samaipata	374+240	381+860	7,620	2.54	3.50	0.72	1.99
13	Samaipata	387+496	381+860	387+496	5,636	2.48	3.08	1.40	2.14
14	387+496	397+253	387+496	397+253	9,757	2.85	3.55	1.50	2.52

Sección	Localidad		Progresivas		Índice de Serviciabilidad Presente				
			de	a	Long (m)	Prom	Máx.	Mín.	Valor Carac.
15	397+253	416+246	397+253	416+246	18,993	2.41	5.00	0.56	1.81
16	416+246	426+249	416+246	426+249	10,003	2.46	3.51	0.77	1.91
17	426+249	430+988	426+249	430+988	4,739	2.08	3.31	0.47	1.44
18	430+988	Angostura	430+988	442+900	11,912	2.48	3.66	0.34	1.86

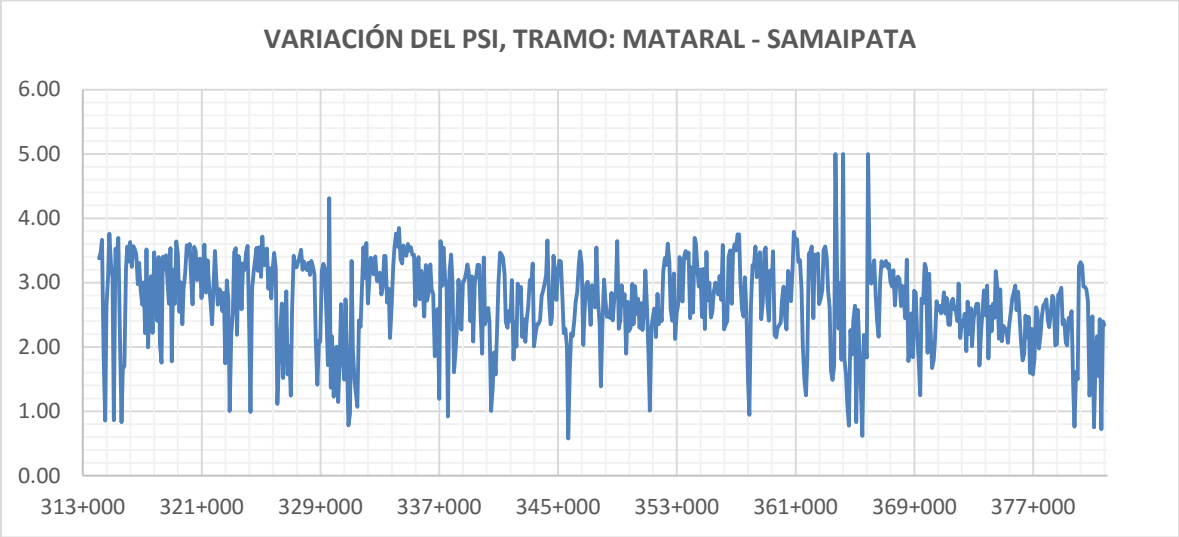


Gráfico 2-1 Variación del Índice de Serviciabilidad (PSI) Tramo: Mataral – Samaipata

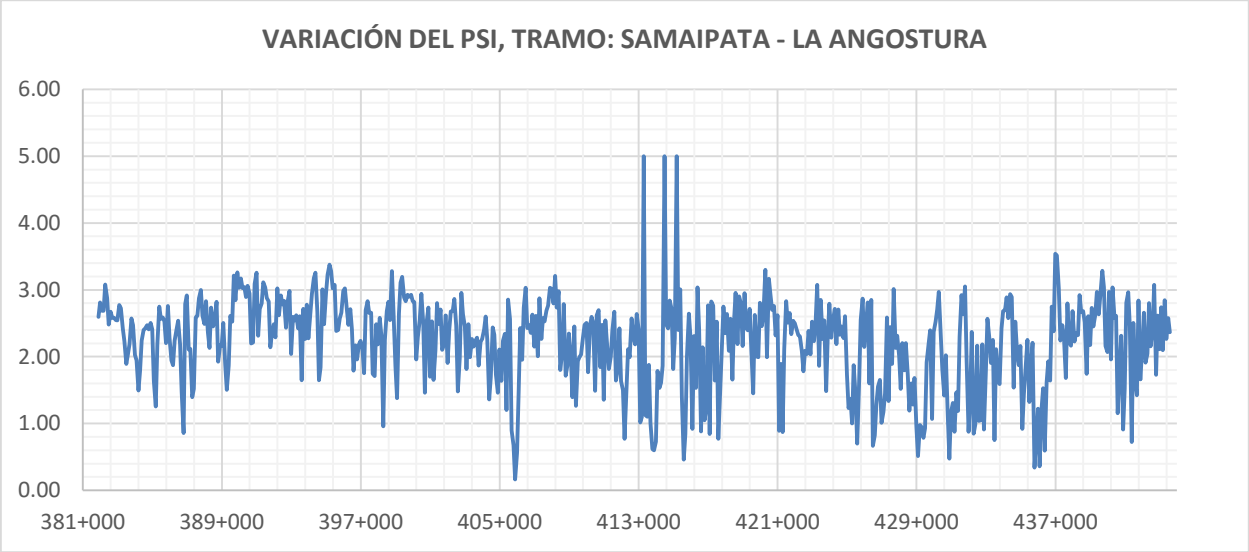


Gráfico 2-2 Variación del Índice de Serviciabilidad (PSI) Tramo: Samaipata – La Angostura

2.3.3. MÓDULO RESILIENTE DE DISEÑO DE SUB RASANTE Y MÓDULO ELÁSTICO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

Con la información recabada en los puntos anteriores se determina el Módulo Resiliente y Módulo Elástico del paquete estructural.

El valor de Módulo Resiliente (MR) hallado se ha multiplicado por 0.33 para llevar a los valores medidos con el deflectómetro a valores de laboratorio, se cumple para suelos finos, siendo ésta la característica relevante de la zona de este proyecto. Otra razón para la utilización de este valor es que las mediciones de deflectometría se han tomado durante la época seca, esperándose incremento de los valores medidos durante las lluvias.

Luego del procedimiento llegamos al resultado que se muestra a continuación:

Tabla 2-4 Módulo Resiliente

Tramos según Presupuesto	Tramos según Tráfico	Longitudes según Tráfico	% tráfico según dirección	Sectorizacion según tramos homogeneos		Progresiva Inicial	Progresiva Final	Modulo Resiliente (MPa)
T I	I	22.51	50	Comarapa		260+000	260+740	109,795
						264+508	262+520	109,149
						262+520	264+510	72,040
						264+510	269+510	79,836
						269+510	271+250	115,645
						271+250	275+510	90,488
						275+510	277+260	109,837
						277+260	278+250	82,463
					La Palizada	278+250	282+500	93,398
	II	31.27	50	La Palizada		264+510	296+000	79,836
					Mataral	296+000	313+820	115,645
T II	III	46.68	52	Mataral		313+820	316+255	90,488
						316+255	340+758	109,837
						340+758	352+501	82,463
					Mairana	352+501	360+500	93,398
T III		61.6		Mairana		360+500	362+507	111,132
						362+507	365+245	66,681
						365+245	374+240	87,603
					Samaipata	374+240	381+860	75,800
	IV		51	Samaipata		381+860	387+496	74,806
						387+496	397+253	111,073
						397+253	416+246	83,360
					Bermejo	416+246	422+100	112,408
T IV		20.8		Bermejo		422+100	426+249	85,106
						426+249	430+988	70,957
					La Angostura	430+988	442+900	112,679
Longitud total (km)		182.86						

2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS

2.4.1. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA SECTORIZACIÓN DE TRAMOS

Al estudiarse un proyecto de rehabilitación, reconstrucción o ampliación, se deben realizar relevamientos de todas las posibles propiedades, características y fallas de la estructura existente, de preferencia continúas en toda la longitud del tramo evaluado, para obtener la información necesaria que nos ayude a visualizar el desempeño general del pavimento.

El comportamiento observado, o respuesta de la estructura, tiende a ser variable de un punto a otro a lo largo del tramo, pero dependerá de cuan variable sea la característica medida entre puntos adyacentes para notar el cambio de una unidad o sector homogéneo a otro, generalmente cuando el cambio medido es muy notorio. Esta desviación refleja el hecho de que existen varias unidades estadísticamente homogéneas en un mismo tramo o proyecto, lo que genera comportamientos diferentes de cada sector de una carretera.

La delimitación de las unidades o sectores homogéneos es, por lo explicado, de fundamental importancia en cualquier proyecto de rehabilitación, ya que el comportamiento específico observado en cada sector proveerá la base de cualquier análisis efectuado para el refuerzo o mejora de cada unidad homogénea, lo que puede derivar en la necesidad de efectuar un diseño específico para cada sub-tramo.

El análisis mediante el método CUSUM se basa en estudiar las variaciones de la pendiente de gráficas correlativas que corresponden a una propiedad o característica de cada sector en evaluación, identificándose sectores homogéneos cuando las pendientes se mantienen constantes, y cambios de unidad cuando se producen cambios de pendiente sostenidos por un determinado trecho del tramo.

2.4.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CUSUM DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS

Para la definición de sectores homogéneos a ser empleados en el diseño de pavimentos, se realizó el análisis por el método CUSUM para los principales parámetros evaluados, es decir, deflexiones principales normalizadas del pavimento, regularidad superficial en términos de rugosidad IRI, piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales y radio de curvatura. El análisis combinado de todos los indicadores de desempeño mencionados permitió determinar los límites entre sectores homogéneos del presente proyecto.

La sectorización adoptada para los tramos o sectores homogéneos ha sido definida considerando el análisis integral de la condición del pavimento, tomando en cuenta todos los indicadores tanto funcionales como estructurales de la condición del pavimento actual, para definir secciones que respondan a todos los posibles cambios en propiedades mecánicas de la estructura como en comportamiento o respuesta ante las solicitaciones de tráfico.

Los datos obtenidos se expresaron en porcentaje para apreciar los resultados de una manera más general.

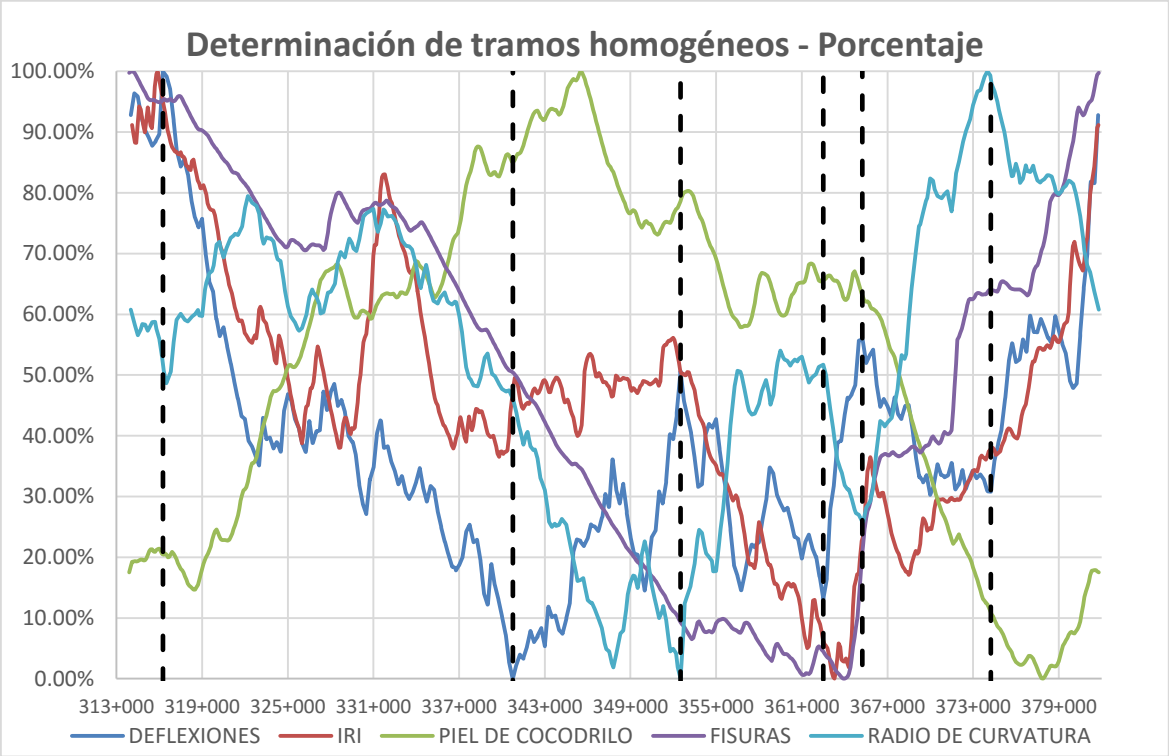


Gráfico 2-3 Análisis mediante el método de las diferencias acumuladas CUSUM considerando los principales indicadores del análisis estructural y de condición del pavimento Mataral – Samaipata

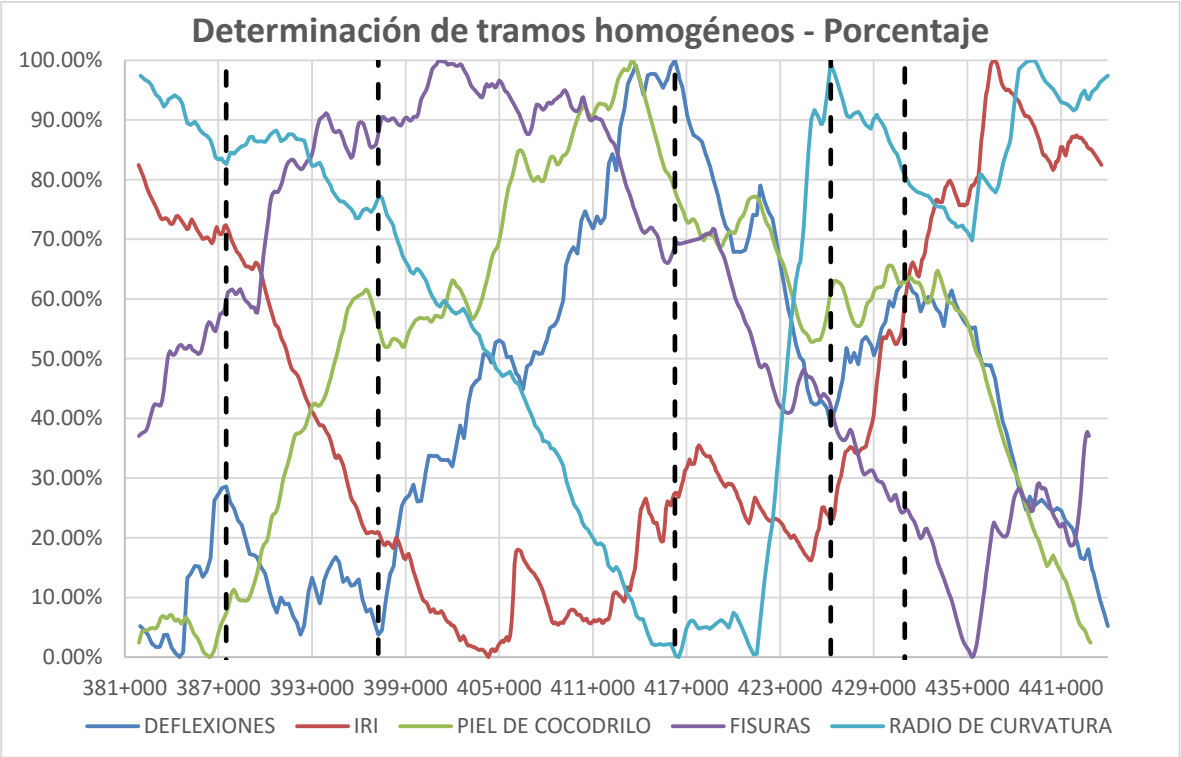


Gráfico 2-4 Análisis mediante el método de las diferencias acumuladas CUSUM considerando los principales indicadores del análisis estructural y de condición del pavimento Samaipata – La Angostura

Tabla 2-5 Resumen de sectores homogéneos Mataral - Samaipata

SECTOR	Progresiva Inicial	Progresiva Final
Sector homogéneo 1	313+820	316+255
Sector homogéneo 2	316+255	340+758
Sector homogéneo 3	340+758	352+501
Sector homogéneo 4	352+501	362+507
Sector homogéneo 5	362+507	365+245
Sector homogéneo 6	365+245	374+240
Sector homogéneo 7	374+240	381+860

Tabla 2-6 Resumen sectores homogéneos Samaipata - La Angostura

SECTOR	Progresiva Inicial	Progresiva Final
Sector homogéneo 1	381+860	387+496
Sector homogéneo 2	387+496	397+253
Sector homogéneo 3	397+253	416+246
Sector homogéneo 4	416+246	426+249
Sector homogéneo 5	426+249	430+988
Sector homogéneo 6	430+988	442+900

2.5. COMPARACIÓN DE PARÁMETROS CON DEFLEXIONES, RADIOS DE CURVATURA Y AREA

Con la información recabada en el estudio de deflectometría en el pavimento se procede a determinar el parámetro AREA con el objeto de determinar el área del cuenco de deflexiones en milímetros, el referente a Radio de Curvatura ha sido explicado en el punto 3.2.6.3. El AREA es un índice que fue establecido por Mario Hoffman 1981 y ahora está incorporado por el método AASHTO.

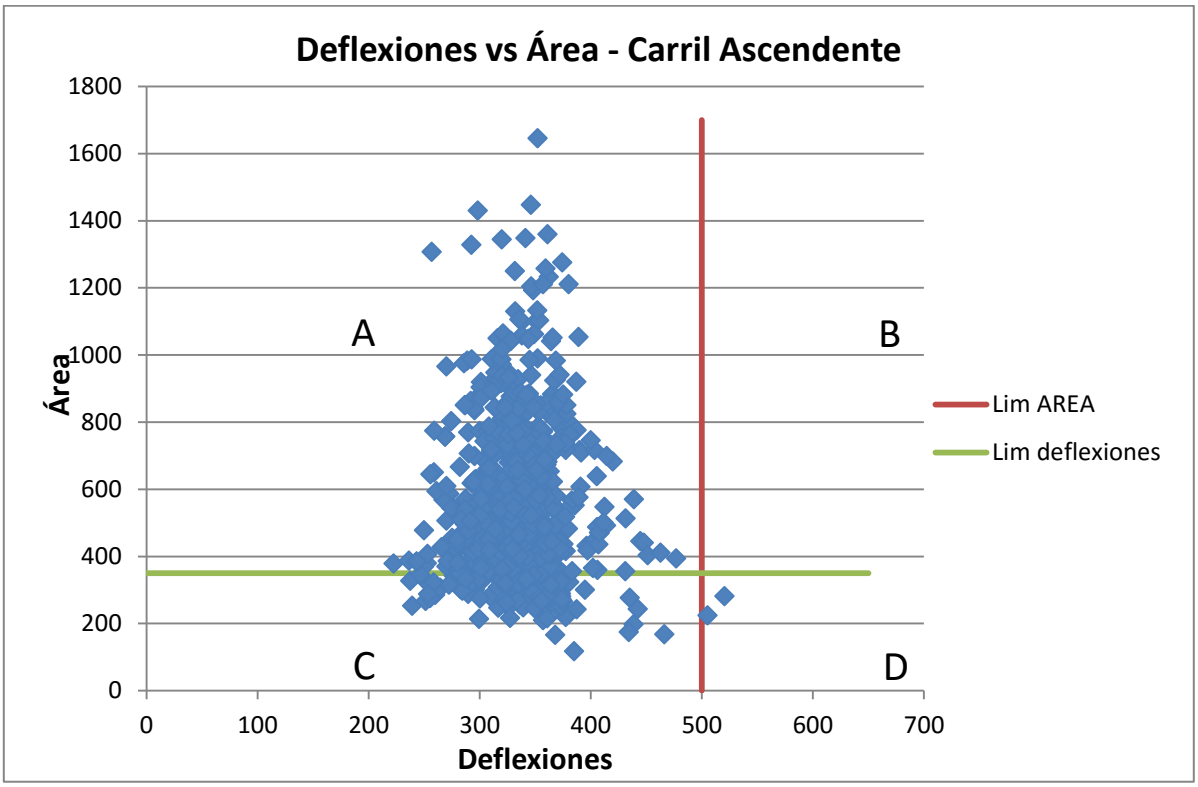


Gráfico 2-5 Deflexiones vs Área – Carril Ascendente, Tramo La Angostura – Comarapa

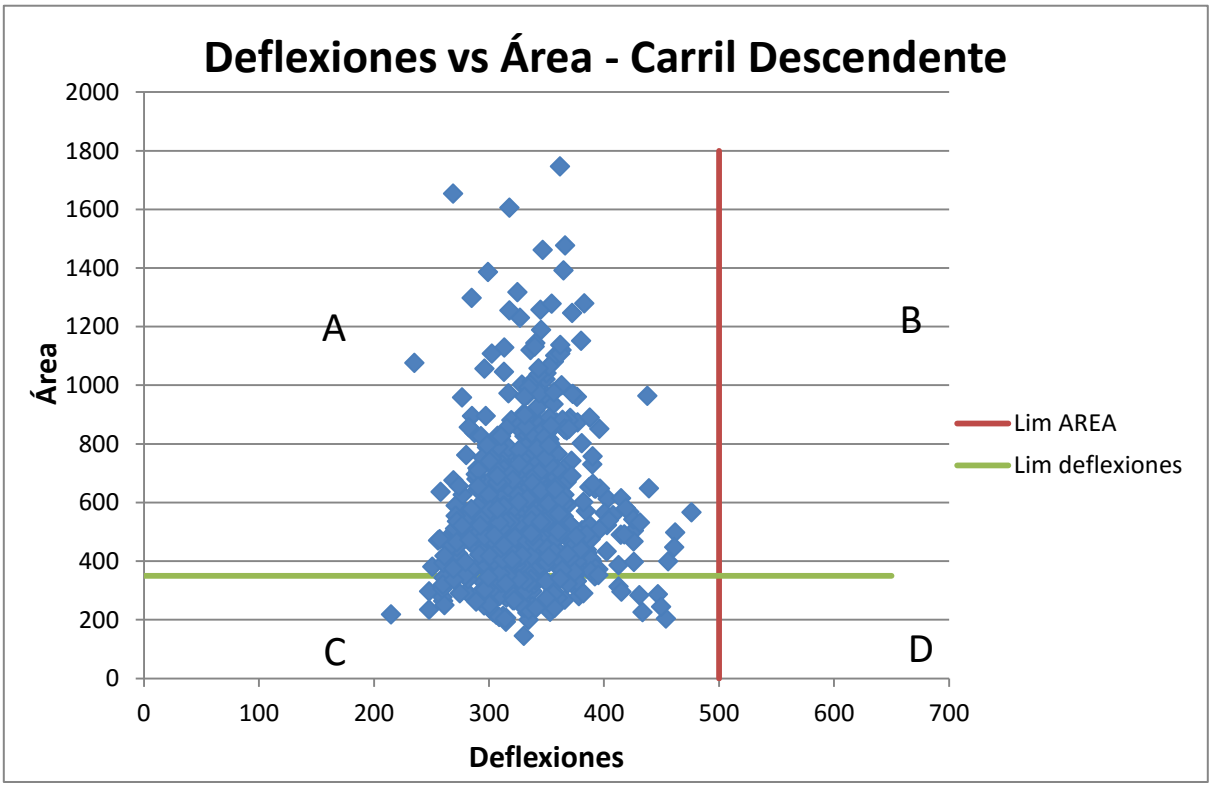


Gráfico 2-6 Deflexiones vs Área – Carril Descendente, Tramo La Angostura – Comarapa

Comparativamente se ha realizado el mismo procedimiento para comparar los valores medidos de deflexiones que para representar una subrasante en adecuadas condiciones deben tener un valor mínimo de 350 y los valores de Radio de Curvatura para categorizar el estado del pavimento deben ser superiores a 200. La combinación de ambos parámetros se encuadran en los siguientes cuatro sectores cuando se grafican en abscisas las deflexiones y en ordenadas los valores del Radio de Curvatura describiendo el estado del pavimento y la subrasante.

A Deflexion alta y Radio de curvatura bajo Mal pavimento y mala subrasante	B Deflexion alta y radio de cuvatura alto Buen pavimento y mala subrasante
C Deflexion baja y radio de curvatura bajo Mal pavimento y buena subrasante	D Deflexion baja y radio de curvatura alto Buen pavimento y buena subrasante

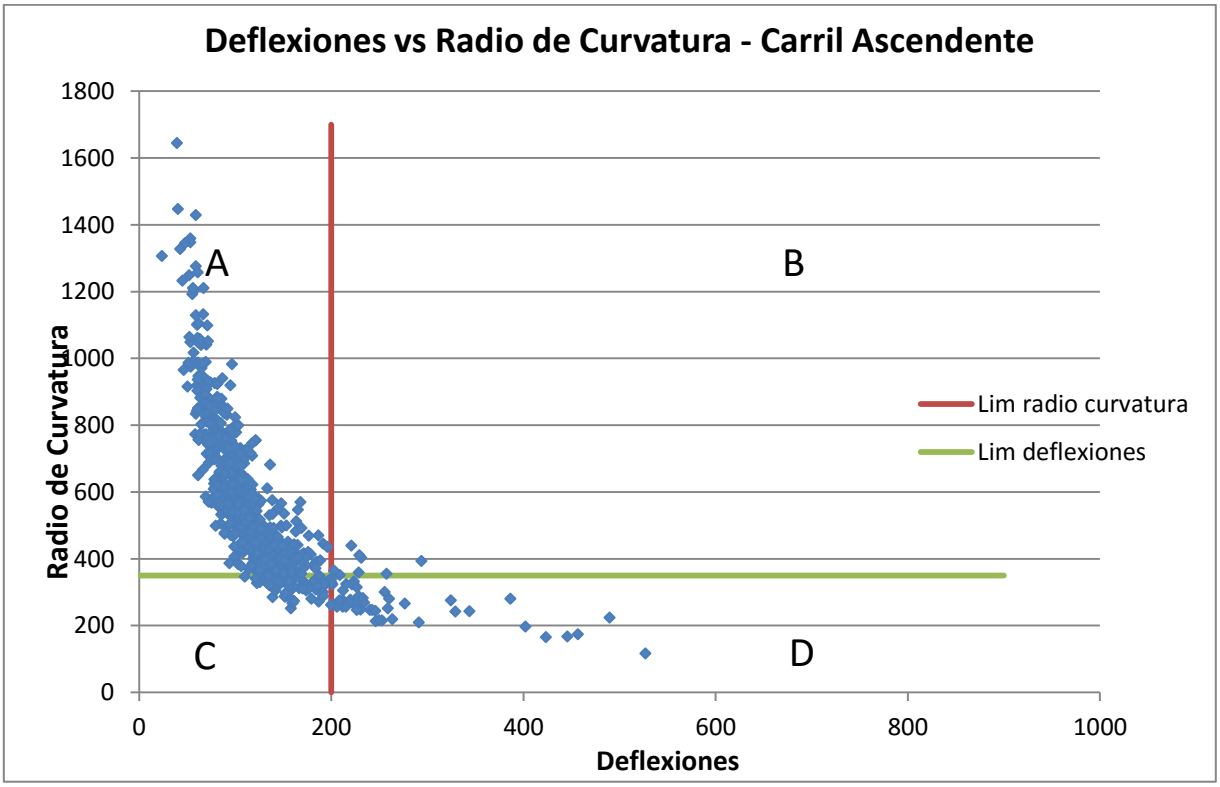


Gráfico 2-7 Deflexiones vs Radio de Curvatura – Carril Ascendente, Tramo La Angostura – Comarapa

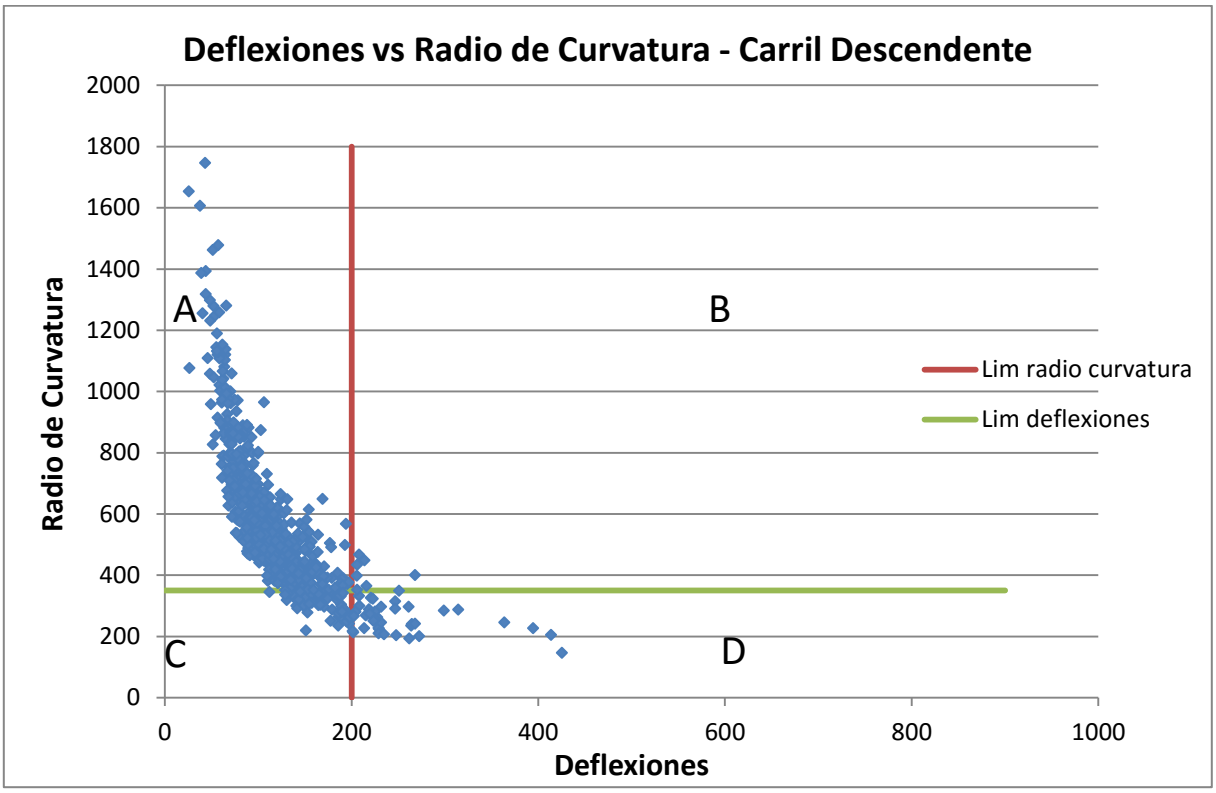


Gráfico 2-8 Deflexiones vs Radio de Curvatura – Carril Descendente, Tramo La Angostura – Comarapa

De los resultados obtenidos por medio de estos dos procedimientos que comparan deflexiones vs AREA y deflexiones vs Radio de Curvatura se confirma el estado del pavimento y de la subrasante que en la mayoría de los puntos medidos representa una inadecuada capacidad de soporte, coincidiendo con el valor obtenido en el procedimiento SEFACE donde finalmente se concluye que lo más recomendado es el reciclado profundo y la colocación posterior de una sobrecarpeta o recapeo, aspecto que se confirmará aún más en el siguiente punto.

2.6. CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO

En este punto se evalúa la condición estructural de la base, sub base y sub rasante con los datos de las deformaciones medidas en los sensores ubicados en el punto de aplicación de la carga y los siguientes tres sensores separados cada 30 cm, vale decir, d30, d60 y d90.

Para la capa base se calcula con la siguiente fórmula:

SCI (BLI) = d0-d30, con los siguientes rangos: ALTA<200, 200<CRITICA<400 y BAJA>400

Para la capa sub base se calcula con:

BDI (MLI) = d30-d60, con los siguientes rangos: ALTA<100, 100<CRITICA<200 y BAJA>200

Para la subrasante:

BCI (LLI) = d60-d90, con los siguientes rangos: ALTA<50, 50<CRITICA<100 y BAJA>100

Las tablas que reportan los resultados para el estado de las capas del pavimento se presentan en el capítulo correspondiente y las tablas completas en el informe correspondiente.

3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

3.1. ESTUDIO DE TRÁFICO Y TRANSPORTE

3.1.1. INFORMACION EXISTENTE

Según fuera analizado existen estudios de tráfico realizados con anterioridad a la presente consultoría, así como conteos recientes efectuados por la ABC.

Entre los estudios que el Consultor ha tomado conocimiento esta los Estudios Origen Destino Efectuados por León GODOY en el año 2009, los resultados están en el capítulo correspondiente.

Al respecto el comportamiento del tráfico según los Conteos de las Microempresas y las proyecciones efectuadas por la empresa TRANTER son muy diferentes así como las tasas de crecimiento establecidas. Por otro lado el conteo efectuado por el consultor ha reflejado valores similares al conteo de las Microempresas, en ese sentido descartamos el utilizar el estudio de TRANTER.

Los datos proyectados en el 2009 por el Estudio de GODOY – TRANTER son inferiores a los que actualmente tiene la carretera lo cual se debe a que en los últimos años se han efectuado diversas intervenciones en el tramo mejorando la transitabilidad. Por otro lado se observa que la zona tiene mucho potencial económico principalmente por la actividad avícola lo cual ha dado lugar a un crecimiento del tráfico.

3.1.2. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE AFOROS Y ENCUESTAS

Con el fin de tener información que refleje la real distribución del tráfico y cumplir lo establecido por los términos de referencia se ha planificado la ubicación de las estaciones de Aforo y Encuestas en sectores muy importantes que a continuación tenemos a bien presentar

a) Conteos y/o Aforos de Clasificación de Tráfico

Tabla 3-1 Ubicación de las Estaciones para Conteos y/o Aforos

UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN	MÉTODO DE CONTEO	CARACTERÍSTICA
La Angostura	Manual por 7 días consecutivos	En el Eje del Proyecto
Samaipata	Manual por 7 días consecutivos	En el Eje del Proyecto
Mataral (Reten)	Filmación por 7 días consecutivos. y posterior post proceso	En el Eje del Proyecto
Mataral (Cruce a Valle Grande)	Manual por 3 días consecutivos	Fuera del Eje del Proyecto
La Palizada	Filmación por 7 días consecutivos. y posterior post proceso	En el Eje del Proyecto
Saipina	Manual por 3 días consecutivos	Fuera del Eje del Proyecto

b) Encuestas origen/destino de los viajes vehiculares

Tabla 3-2 Ubicación de las Estaciones para Encuentas de Origen/Destino de viajes vehiculares

UBICACIÓN DE ESTACION	CARACTERÍSTICA
La Angostura	En el Eje del Proyecto en 7 días consecutivos, ubicado sobre la estación de peaje de VIAS BOLIVIA, muy cerca del inicio del Proyecto
Comarapa	En el Eje del Proyecto en 7 días consecutivos,
Cruce a Valle Grande	Fuera del Eje del Proyecto en 3 días consecutivos, donde existe una considerable variación del tráfico (Domingo, Lunes y Martes)
Cruce a Saipina	Fuera del Eje del Proyecto en 3 días consecutivos, donde existe una considerable variación del tráfico (Domingo, Lunes y Martes)

c) Encuestas origen/destino de los pasajeros

Tabla 3-3 Ubicación de la Estación para Enucnetas de Origen/Destino de los pasajeros

UBICACIÓN DE ESTACION	CARACTERÍSTICA
La Angostura	Sobre la estación de conteo vehicular, por 7 días consecutivos

3.1.3. PROYECCIÓN DEL TPDA

Uno de los resultados más importantes de la oferta y demanda del transporte es la cuantificación y proyección de los volúmenes vehiculares que circulan y circularán por todos los tramos del proyecto. Por lo que es necesario adoptar metodologías para la estimación del tráfico futuro.

3.1.3.1. TASAS DE CRECIMIENTO

3.1.3.1.1. TASA DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO HISTÓRICO

Como se mencionó anteriormente existen reportes históricos obtenidos mediante conteos de las microempresas desde el año 2006 al presente que demuestran una tendencia sobre el crecimiento del tráfico en la zona del proyecto, cuyas tasas de crecimiento en general superan las establecidas en el estudio de Origen y Destino elaborado por TRANTER & LEON GODOY en el año 2009.

En base al análisis propuesto podemos establecer las siguientes tasas de crecimiento:

Tabla 3-4 Tasas de crecimiento según el Tráfico Normal

Tramo	Fuente ABC			
	Livianos	Buses	Pesados	Total
Comarapa – La Palizada	0.11%	15.41%	11.14%	5.91%
La Palizada – Samaipata	14.75%	17.7%	13.67 %	15.08%
Samaipata - Angostura	9.92%	1.7 %	1.75%	4.95%

3.1.3.1.2. TASA DE CRECIMIENTO ADOPTADA

Para fines del proyecto se han adoptado las siguientes tasas de crecimiento:

Tabla 3-5 Tasas de crecimiento adoptadas

Tramo	Año	Livianos	Buses	Pesados
Comarapa - La Palizada	2014 - 2019	6.01%	2.81%	3.29%
Comarapa - La Palizada	2020 - 2038	4.29%	2.69%	3.45%
La Palizada - Mairana	2014 - 2019	5.75%	4.72%	5.19%
La Palizada - Mairana	2020 - 2038	4.16%	3.65%	4.40%
Mairana - Samaipata	2014 - 2019	4.50%	5.01%	5.81%
Mairana - Samaipata	2020 - 2038	3.54%	3.79%	4.71%
Samaipata - Angostura	2014 - 2019	4.89%	5.14%	6.09%
Samaipata - Angostura	2020 - 2038	3.73%	3.86%	4.85%

3.1.3.2. ESTACIONALIDAD

El factor de estacionalidad tiene en cuenta la influencia que provoca en el tráfico el mes de año durante el cual se llevó a cabo la medición. El volumen de tráfico además de las variaciones horarias y diarias varía según las estaciones climatológicas del año. Además de las cosechas, festividades viajes de recreo, por eso es necesario afecte los valores obtenidos durante el periodo de estudio por un factor o coeficiente de corrección que lleve estos valores al promedio diario anual.

Para estimar el Factor Estacional, el Consultor ha utilizado la información de la Administradora Boliviana de Carreteras, de los factores estacionales publicados por la ABC en la estadística Vial del año 2007.

Considerando que el Estudio de Tráfico se lo realizó entre el 26 de Junio al 2 de Julio, para determinar el Factor de Estacionalidad utilizaremos un factor combinando los dos meses de la siguiente manera.

FE = (5*1.7559 + 2 *0.5728) / 7 = 1.4178

3.1.4. DATOS BÁSICOS HDM-4

Con el fin de configurar el modelo HDM-4, en el tramo se han establecido las características generales, que se muestran en detalle en el capítulo correspondiente, los datos han sido extraídos de los resúmenes del inventario Vial, Auscultación del Pavimento y otra información Consultada

3.1.5. PARÁMETROS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR

La información recopilada, sobre los vehículos tipo permitió identificar las principales características de cada tipo de vehículo como la capacidad, los tipos de ejes, la potencia, el área frontal, etc. Otras características, como los pasajeros promedio, y los ejes equivalentes, fueron identificadas de las encuestas origen-destino y de cálculos específicos, mientras que la información sobre kilometraje anual recorrido, etc., fue obtenida de las averiguaciones a los transportistas e instituciones del ramo.

Con base en los aforos vehiculares, se han establecido para el estudio doce tipos de vehículos, los cuales se pueden agrupar en ocho categorías para la evaluación en el modelo HDM-IV.

3.1.6. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO

3.1.6.1.1. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO

Según el Manual de Conservación Vial de la Administradora Boliviana de Carreteras se ha definido al mantenimiento periódico de la siguiente manera: *Intervenciones que se requieren en períodos mayores de un año, para mantener la vía en un nivel de servicio de bueno a regular. Se trata normalmente de operaciones como sellos, reciclados y recapados de pavimentos (incluyendo los refuerzos necesarios para aumentar el período de servicio en buenas condiciones) o la reposición de la capa de grava en caminos no pavimentados. Suele llamarse preventiva, porque precisamente previene la aparición de daños mayores.*

Asimismo en el programa puesta a punto se ha establecido a una Rehabilitación en Segundo Grado:

Se refiere a toda actividad o acción de conservación vial sobre un camino pavimentado, resultado de un análisis y estudio, por lo general para una red vial que considera varios proyectos individuales. Su ejecución se planifica a mediano y largo plazo, en general de más de tres años. El nivel de intervención de este grupo, está enfocado a mejorar las características estructurales y funcionales de un camino, tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de conservar la integridad estructural de la vía o llevarla a las condiciones iníciales, de preservar las características superficiales y de corregir defectos generalizados a lo largo de una vía o red. Este grupo de actividades es ejecutado con maquinaria, equipo y mano de obra especializados.

Son actividades de Rehabilitación en segundo grado, todas aquellas que en conjunto consideren una intervención hasta la base de un paquete estructural y en longitudes continuas mayores a 2 km. Se incluyen en ellas las actividades de colocación de carpetas o sobre carpetas asfálticas o rígidas, reconstrucción de bases, reciclados, fresados, whitettoping, pulidos en pavimentos rígidos, estabilización de taludes mediante la construcción de banquinas, trincheras y la reconstrucción de los diferentes elementos físicos del camino (muros de contención, elementos de drenaje, señalización vertical y horizontal, etc.), mejoramiento del diseño geométrico de un camino.

La rehabilitación en segundo grado no considera intervenciones en vías No Pavimentadas.

3.1.6.2. RESUMEN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO

En base a lo informado las alternativas de recapamiento o recuperación de la superficie asfáltica que serán analizadas son las siguientes:

i. Alternativa de Intervención con Sello.

ii. Alternativa de Intervención con Tratamiento Superficial.
iii. Alternativa de Intervención con Concreto Asfaltico 8 cm.
iv. Alternativa de Intervención con Concreto Asfaltico con Polímeros 8 cm.
v. Alternativa de Reciclado de Paquete Estructural y colocado de Concreto Asfáltico con Polímeros de 8 cm.

En estas alternativas se incluirá los costos globales de la atención a sitios críticos, reparación de obras de arte mayor y menor, los costos de la implementación de Medidas de Seguridad Vial

3.1.6.3. COSTOS DE INVERSIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

A fin de determinar los costos de estas alternativas se ha efectuado un análisis de Precios Unitarios y Volúmenes de Obra para determinar los costos aproximados de estas actividades.

3.1.7. RECOMENDACIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE

De la evaluación económica efectuada podemos concluir lo siguiente:

- Todas las alternativas que han sido estudiadas dan como resultado indicadores de rentabilidad positivas en ese sentido el proyecto es rentable y se recomienda su implementación
- Según los indicadores obtenidos se observa que la Alternativa de Reciclado de Paquete Estructural y colocado de Concreto Asfáltico con Polímeros de 8 cm es la que tienen indicadores más altos, lo cual maximiza los beneficios de la sociedad. Al respecto la selección de la alternativa de ejecución estará basada en otros aspectos como los técnicos.
- El proyecto no es rentable para la inversión privada toda vez que los ingresos por recaudación de peaje son inferiores a los costos de inversión.
- El proyecto tienen una alta sensibilidad a los incrementos de precios y a la disminución de los beneficios manteniendo positivos sus indicaros de rentabilidad.

4. ESTUDIO AMBIENTAL

4.1. LÍNEA BASE AMBIENTAL

La línea base ambiental desarrollada tiene como objetivo el presentar una descripción del área de estudio donde se va a desarrollar el proyecto en sus componentes abióticos, bióticos, socioeconómicos.

4.1.1. MEDIO BIÓTICO

4.1.1.1. CLIMA Y METEOROLOGÍA

En base a la clasificación climática de Thornthwaite, se identifica que el área de estudio los municipios Mairana y Pampa Grande, presentan un “Clima mesotermico sub-húmedo seco con escasa vegetación natural, hasta mesotermico sub-húmedo”. El ambiente de sequedad es mayor que en los climas húmedos, presentándose sectores de humedad mayor, en el fondo de los valles mesotermicos.

4.1.1.2. TEMPERATURA

El municipio de Mairana registra una temperatura media anual de 20,8ºC, con extremos de temperatura mínima media de 14,16ºC y máxima media de 27,10ºC, el municipio de Samaipata registra temperaturas medias anuales de 26 ºC - 34 ºC.

Se tomó los datos de la Estación Meteorológica de Mairana y de vallecito de SENAMHI de los cinco últimos años detallados por mes hasta mayo del 2002.

4.1.1.3. PRECIPITACIÓN

La sección municipal Mairana se encuentra entre las isoyetas 400 mm y 800 mm de precipitaciones anuales.

Las precipitaciones pluviales a nivel regional, comienzan en el mes octubre lluvias que son aprovechadas para realizar la siembra de fréjol (ciclo de 3 meses) para luego alzar la cosecha en el mes de diciembre e inmediatamente realizar la siembra de maíz aprovechando todavía las lluvias de verano. Los meses de mayor precipitación pluvial son enero, febrero y marzo; y los de menor intensidad son los meses de junio y julio.

4.1.1.4. HUMEDAD RELATIVA

Los Municipios son considerados como húmedos- secos. Debido a que en los meses secos existe precipitación mínima. El promedio anual caso del Municipio Mairana oscila entre 71,23% y para el Municipio de Samaipata 67,1%.

4.1.1.5. VIENTOS

Los mayores valores de las velocidades de los vientos registrados para la zona son de norte, alcanzando valores promedios que oscilan en 5,4 y 6,6 nudos (agosto y septiembre meses que se registran mayor incidencia de vientos). Los meses con menores velocidades de viento registrados son los meses diciembre a mayo donde la velocidad promedio oscila entre 7.222,8 y 8.889,6 km/hora.

Se presentan vientos en dirección de norte a oeste con cambios en época de invierno que van de Sur comúnmente llamados surazos que suelen estar acompañados en muchos casos de heladas.

4.1.2. GEOLOGÍA

El rumbo de las estructuras geológicas en general tienen una dirección nor-oeste sud-este, en cambio el eje de la carretera se desplaza de manera general en dirección oeste-este; por consiguiente, la carretera corta las estructuras geológicas con dirección perpendicular u oblicua a los planos de estratificación y a los grandes lineamientos tectónicos asociados con fallas longitudinales de tipo inverso y normal; estos lineamientos son generalmente los que tienen mayor incidencia en la estabilidad de los taludes tanto actuales como los proyectados, además se debe considerar como aspecto relevante la calidad y el tipo de roca en el cual están desarrollados los taludes o las pendientes naturales.

Las rocas que afloran a lo largo del proyecto corresponden a series estratigráficas que están referidas al sistema devónico, carbonífero, pérmico cretácico y terciario; además se encuentran extensos depósitos de suelos que tienen origen por la acumulación fluvial y de la gravedad.

4.1.3. GEOMORFOLOGÍA

Las serranías de la Provincia Florida, presentan una topografía aluvial-coloaluvial, compuesta por fisiografía de conjunto montañoso y valle con variantes de laderas, abanicos aluviales, lomas, llanuras aluviales, terrazas aluviales bajo y alto. Esta zona se caracteriza por presentar colinas irregulares de pendientes que van de suaves a escarpadas, predominando las pendientes moderadamente escarpadas.

El municipio de Mairana tiene áreas relativamente planas de formas alargadas bajadas de pie de monte (que corresponde al inicio de las llanuras y poseen topografía ondulada), pie de monte (que constituye el espacio comprendido entre la llanura y las montañas) caracterizado por el cambio brusco de pendiente del ambiente montañoso, complejo en topografía, montaña y serranías cuya unidad es la más extendida en el área.

El territorio municipal de Mairana tiene suelos muy variables, que van desde pendientes suaves con capa de superficie oscura a rojiza, textura franca, gravosa, donde puede encontrarse roca de deposición y pH de 6,7.

4.1.4. FISIOGRAFÍA Y SUELOS

4.1.4.1. FISIOGRAFÍA

El proceso de formación de estas unidades fisiográficas se debe a la degradación de la superficie por procesos exógenos hidrogeológicos de la Cordillera del Subandino que han dado lugar a la formación de los suelos y posteriormente como efecto de la erosión hídrica el transporte de los sedimentos por el agua a través de los drenes naturales, como son las quebradas y ríos para depositarse en la llanura dando como resultado los paisajes fisiográficos mencionados.

4.1.4.2. SUELOS

Los suelos de las serranías se han desarrollado a partir de materiales originarios de la roca madre, constituidos por areniscas, arcillas, limos y conglomerados por los procesos de intemperización y meteorización.

Estos suelos presentan características homogéneas en cuanto a clases texturales, los que dominan son franco arcilloso y arcillosos en la parte superficial, en cambio el subsuelo puede ser arcillosos, a franco arenoso; la estructura de los suelos por lo general en la parte superficial es granular a bloques subangulares de estructura fuerte y finos.

La fertilidad en general es buena debido a la alta capacidad de intercambio catiónico que se encuentra en suelos ácidos, con niveles de materia orgánica moderada, y no presente problemas en salinidad.

El 80% de los suelos del área del proyecto en los municipios están por desniveles y pendientes que genera conflictos por los deslizamientos y lavado de la capa de humus necesaria para la fertilidad de los suelos.

4.1.5. HIDROLOGÍA Y RECURSOS HÍDRICOS

La información sobre estudios hidrológicos en el municipio de Pampa Grande de la Provincia Florida son escasos o casi inexistentes; sin embargo, según observación directa de talleres comunales, en lo que a recursos hídricos superficiales se refiere, el Municipio cuenta con 3 ríos principales, que significan el mayor potencial utilizado en la producción agrícola, aunque con una disponibilidad muy reducida. En tiempos de lluvias hay bastante agua para regar los cultivos, entre los meses de diciembre a marzo generalmente. Pero en tiempo seco, de marzo a Octubre, se reduce el contenido de agua en los ríos y las quebradas se secan, lo cual ocasiona grandes reducciones de los cultivos y sus rendimientos. El sistema hidrográfico de la Provincia Florida comienza en las cabeceras de 2 cuencas principales: Yapacaní y Piraí, éstos a la vez pertenecen al gran sistema de la Cuenca del Amazonas.

4.1.6. MEDIO BIÓTICO

4.1.6.1. UNIDADES DE VEGETACIÓN

El tramo vial en mantenimiento se desarrolla en un área intervenida, sin embargo para contar con el contexto biótico a continuación se desarrolla información secundaria relativa al área de ubicación del proyecto. En el área de estudio del tramo 3 Mairana - Bermejo, se han identificado nueve (9) unidades de vegetación en base al Mapa de Vegetación de Navarro 2007, las cuales se detallan a continuación:

i. Algarrobal Freatofítico Boliviano-tucumano Interandino-superior (t13a)

ii. Bosque Seco Interandino Boliviano-tucumano Septentrional ((t16h)+t7a+t13a+t14b+t17)

iii. Bosque subhúmedo de Soto boliviano-tucumano septentrional ((t9a)+t7a+t12+t17+c9f)

iv. Algarrobal Freatofítico Boliviano-tucumano Interandino-superior – Bosque Semiárido Interandino de Carapari y Soto (t13a+t14b+(t16h))

v. Complejo de Vegetación Antrópica (ta)

vi. Bosque subandino boliviano-tucumano de transición a los Yungas ((t9b)+t7a+t12+t17+c9f)

vii. Bosque subhúmedo transicional del piso basimontano inferior de la Cuenca del Río Grande ((t10c)+c9f)

viii. Bosque seco interandino boliviano-tucumano septentrional (t16h)

ix. Bosque chiquitano transicional del subandino inferior norte de Santa Cruz ((c1f)+c9f+c5f)

4.1.6.2. FAUNA

En el capítulo correspondiente se describe el detalle de la fauna presente por cada municipio involucrado en el área de intervención del proyecto.

4.1.6.3. ÁREAS PROTEGIDAS

El tramo Mairana – Bermejo no atraviesa ningún área protegida del sistema nacional de áreas protegidas. (Ver Anexo 2 Mapa del Tramo Carretero y Áreas Protegidas).

4.1.6.4. TERRITORIO INDÍGENA ORIGINARIO CAMPESINO – TIOC'S

El tramo Mairana – Bermejo no atraviesa ningún Territorio Indígena Originario Campesino, como se puede observar en el Mapa de Tramo Carretero y TIOC en el anexo 2. El Territorio de TAKOVO MORA se encuentra alejado del proyecto.

4.1.7. MEDIO SOCIOECONÓMICO

El tramo Mairana – Bermejo atraviesa los municipios de Mairana y Samaipata, en este sentido se desarrollan a continuación sus características socioeconómicas:

4.1.8. PANORAMA ARQUEOLOGICO

Este Tramo se caracteriza por que la carretera ingresa a las serranías para tomar el rumbo este.

En la serranía, considerando su cercanía a la llanura amazónica, el piso ecológico en el cual nos encontramos es el de Sub Trópico (500 – 1.500 m.s.n.m.).

A mitad del camino entre ambos se encuentra el municipio de Samaipata. En este municipio se halla el denominado y conocido “Fuerte de Samaipata”, al cual se accede mediante un camino de aproximadamente 6 Km. a partir del eje del tramo Mairana – Bermejo, por lo que de forma complementaria, en el presente informe se desarrollan aspectos relevantes del sitio, sobre el cual las actividades de mantenimiento no tendrán mayor implicancia.

Este sitio arqueológico se trata de uno de los monumentos históricos y arqueológicos más importantes de Bolivia. Se caracteriza por ser una enorme roca esculpida rodeada por estructuras que fueron erigidas en el periodo Horizonte Tardío caracterizado por la llegada de los Inca hasta estas tierras. Durante la colonia los españoles también utilizaron y construyeron nuevas estructuras allí.

4.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Del análisis ambiental del proyecto de Mantenimiento del tramo Mairana – Bermejo surge que este ocasionará impactos negativos de baja intensidad durante la etapa de mantenimiento, y positivos, de alta intensidad, en la etapa operativa, si se adoptan las medidas que garanticen la seguridad vial.

El mejoramiento de la calzada generará un incremento en el volumen del tránsito en los caminos, especialmente en lo referente al transporte de carga. Este incremento estará directamente relacionado con la transitabilidad de los caminos y el crecimiento de las actividades productivas.

Por otro lado, el mantenimiento de la calzada hace necesaria la adopción de medidas que garanticen la seguridad de los usuarios. A tal fin, el proyecto considera la inclusión de una adecuada señalización vertical, preventiva e informativa, en todos los sectores que así lo requieran.

4.3. PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación ambiental de los impactos generados por las actividades de mantenimiento del tramo Mairana - Bermejo , son planteadas en los Programas de Prevención y Mitigación (PPM), que constituye un instrumento básico de gestión ambiental

que determina y define las diferentes tareas y acciones que el Contratista deberá realizar para evitar, reducir y/o mitigar los impactos negativos que se generen durante la ejecución de las actividades constructivas de la carretera, así como incentivar los probables impactos positivos.

4.4. PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL (PASA)

El Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental está orientado a garantizar una adecuada y correcta aplicación de las medidas planteadas en los programas de prevención y mitigación (PPM).

Es importante resaltar la importancia de diseñar los Planes de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) en total concordancia de las actividades constructivas del proyecto, debido a que estos garantizan su aplicación mediante el seguimiento a las mismas. Dentro la estructura organizativa del proyecto, el PASA estará a cargo de la Supervisión Técnica, del cual formará parte el especialista ambiental.

Cada PASA con este contenido planteado, ha sido formulada para las mismas actividades planteadas en el PPM. Con este esquema, lo que se pretende es que las medidas de mitigación sean ejecutadas por el Contratista, llevando un control de las mismas mediante el PPM respectivo y al mismo tiempo éstas sean verificadas por el Supervisor mediante el PASA.

4.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.5.1. CONCLUSIONES

A partir de los elementos e información obtenidos durante el proceso de realización del presente Plan Ambiental de Mantenimiento, se han arribado a las siguientes conclusiones:

- La Licencia Ambiental existente para el Programa de Mantenimiento Periódico y Rutinario para la zona: Subandino, Valles y Yungas cubre a cabalidad las actividades planteadas en el presente proyecto de mantenimiento, por lo que no es necesaria la gestión de una nueva licencia ambiental que permita la ejecución de las obras.
- Luego de realizados los estudios de línea base ambiental se pueden concluir que el tramo Mairana - Bermejo, se ubica en un área intervenida antrópicamente donde se observa una actividad agrícola intensa, por lo que no se han podido identificar sitios sensibles ambientalmente.
- Dados los alcances del proyecto de mantenimiento, cuyas acciones prácticamente se circunscribirán a la plataforma de la carretera existente, los impactos ambientales que se podrían generar son menores y de duración temporal mientras se ejecuten las actividades de Mantenimiento.

4.5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda que este informe sea considerado como un lineamiento base para la gestión ambiental del proyecto en la etapa de ejecución y que sirva como un insumo técnico que permita generar apertura al momento de ejecutar la obra, para realizar las complementaciones en función las particularidades que surjan durante el mantenimiento del tramo.

5. DISEÑO DE INGENIERÍA

5.1. TOPOGRAFÍA

En este capítulo se describe el desarrollo de los estudios topográficos del proyecto, con el objeto de proceder con el diseño geométrico, hidráulico y obras complementarias de la carretera, hasta el límite de los 7.00 metros a cada lado del eje en que fue autorizado el levantamiento topográfico, en el Contrato Modificatorio Nº 1. Posteriormente y en base a estos estudios realizar el cálculo de cantidades y costos que permitieran efectuar el presupuesto del proyecto, especialmente en lo que se refiere al movimiento de tierras, producidos por la complementación de las bermas y sobre anchos de la plataforma.

5.1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA Y ALCANCE DEL SERVICIO

Dentro de los objetivos del Estudio de Topografía, están: establecer una red geodésica geo referenciada que sirva de base para la construcción de un modelo digital del terreno, en los sectores que se requiera representar características físicas y morfológicas del área de influencia directa en el que se realizará las obras de rehabilitación, este modelo digital del terreno permitirá contar con información de la planimetría y curvas de nivel.

El trabajo topográfico está referenciado al sistema de coordenadas “Transversal de Mercartor (UTM) zona 20, según el Datum WGS-84”.

Por otro lado, se ha implementado en el tramo, un punto de control geodésico con las especificaciones definidas en el manual de Ingeniería, puntos geodésicos del Instituto Geográfico Militar, denominados: **COPA, SUCE Y CBMB.**

En coordinación con las otras áreas de estudio, esta representación del terreno permite estimar las cantidades de obra y posteriormente los costos de construcción de la vía, básicamente en lo referente a movimiento de tierras, obras de drenaje y obras de arte o complementarias.

5.1.2. DISEÑO GEOMÉTRICO

5.1.2.1. CLASIFICACIÓN DEL TRAMO VIAL

En base a los requerimientos de la ABC así como en función a la previsión del tráfico vehicular y al Manual Técnico para el Diseño de Carreteras de la ABC (Tabla 1.3-3 Características típicas de las carreteras y caminos según la clasificación funcional Pagina 1-27 del manual de diseño geométrico de la ABC). El proyecto “Estudio Integral Técnico, Económico, Social y Ambiental (T.E.S.A.) Para el Diseño de Obras de Mantenimiento Periódico en la Red Vial Fundamental: TRAMO LA ANGOSTURA - COMARAPA”, debe ser realizado para una clasificación como ***CARRETERA PRIMARIA (I.B).***

5.1.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El tramo en estudio tiene una longitud aproximada de 181.87 Km. aproximadamente, desde la población de Comarapa hasta La Angostura, se desarrolla sobre una topografía predominantemente llana, con alturas que oscilan entre los 642 m.s.n.m. a los 2135 m.s.n.m. El clima es cálido en toda la región, con frecuentes precipitaciones, una humedad relativa alta; corrientes frías polares (surazos) frecuentes en invierno.

El Subtramo III comprende entre las poblaciones de Mairana - Bermejo tiene una longitud de 58.24 km. El proyecto inicia en la Progresiva 363+900 antes del ingreso de la Población de Mirana, empalmando con el Subtramo II Mataral - Mairana, y termina en la Progresiva 422+136.81 después de la Población de Bermejo, empalmando con el Subtramo IV con progresiva de inicio de 422+140, se tendrá un desfase de 3.19 metros en el empalme entre los subtramos III y IV.

Las coordenadas del Subtramo 3 MAIRANA - BERMEJO son:

Tabla 5-1 Coordenadas del Subtramo 3 Mairana - Bermejo

Progresiva	Norte	Este
363+900	7996932.274	398054.460
422+136.81	7995107.096	433220.267

El Subtramo 3 MAIRANA - BERMEJO, es parte de la Red Vial Fundamental, codificada como RVF-007, y fue construido en la década de los años cincuenta del siglo pasado y anteriormente estaba pavimentada, en su mayor parte con carpeta asfáltica. Actualmente, el pavimento se ha deteriorado y perdido casi completamente en diferentes sectores.

Comprende una topográfica ondulada el cual va desde la Población Mairana hasta la progresiva 368+000, a partir de esa ubicación presenta una topografía Montañosa hasta la Población de Samaipata, el cual presenta una topografía ondulada, continuando de Samaipata hasta el fin del subtramo en Bermejo se presenta una Topografía montañosa, la carretera en su desarrollo vertical varía desde una cota mínima de 875.69 [msnm] a un máximo de 1830.30 [msnm]

5.1.2.3. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

Los parámetros de diseño geométrico que se adoptaron para el proyecto de la carretera, están relacionados principalmente con la morfología de la zona, con las velocidades de diseño y con otros factores, tales como el tránsito vehicular existente, histórico y generado, estimado durante el período de vida.

5.1.2.3.1. VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño corresponde a la clasificación de una Carretera Primaria (I.B) según lo estipulado por el manual de la ABC (Tabla 1.3-2 “Velocidades de diseño para carreteras primarias” de la página 1-25 Manual de Diseño Geométrico de la ABC) que se detalla a continuación:

Tabla 5-2 Velocidades de Diseño para Carreteras Primarias

Tipo de Calzada	Terreno Llano y Ondulado Fuerte	Terreno Montañoso
Calzadas Unidireccionales	100 – 90 km/h	80 km/h
Calzadas Bidireccionales	100 – 90 km/h	80 km/h

El Subtramo III MAIRANA - BERMEJO tiene una topografía de llana, ondulada a montañosa, por lo cual las velocidades de diseño presentes varían entre 30 km/hr. a 70 km/hr.

5.1.2.3.2. VEHÍCULO DE DISEÑO

Actualmente se tiene la presencia de vehículos pesados WB-20 según AASHTO que es de 22.40m de longitud según el estudio de tráfico. Sin embargo en el momento de la construcción se debió diseñar para un tipo de camión **WB-40 según la AASHTO** que es de una longitud de 13.87m.

5.1.2.3.3. PARÁMETROS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

En este proyecto tratándose de un mantenimiento no se mejoró la geometría del vía actual, salvo en sitios críticos que obliguen a hacer cambios en el trazo. En el Sub Tramo III no se realizó ninguna modificación horizontal al trazo existente.

Las recomendaciones para adecuar la geometría horizontal de la vía existente se detallan en los acápites correspondientes.

SOBRE ANCHOS EN CURVAS

En curvas de radio pequeño y mediano, según sea el tipo de vehículos comerciales que circulan habitualmente por la carretera o camino, se deberá ensanchar la calzada con el objeto de asegurar espacios libres adecuados (huelgas), entre vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre los vehículos y los bordes de las calzadas.

La carretera actual en su totalidad no fue construida con ningún sobre ancho teniendo un ancho de calzada de 3.0m por carril en todo el proyecto, el cual no cumple con ninguna normativa de Diseño Geométrico. De tal manera que incorporar sobre anchos a las curvas en todo el proyecto afectaría de gran manera a todas las obras de drenaje, cunetas, taludes de corte, nuevos muros, afectaciones, etc. Por tal motivo como el proyecto se trata de un mantenimiento se realizará una base reciclada con una nueva carpeta de pavimento asfaltico, ***se implantará sobre anchos solo en aquellas curvas en las cuales sea posible incorporar el mismo, verificando que estas ampliaciones no generen cortes en taludes existentes, muros, ampliaciones de alcantarillas, etc.***

Todas las curvas con radios menores a 50m requieren un sobre ancho de 3.00 [m] los cuales deben ser distribuidos en 50% a cada lado, se realizará ampliación de plataforma por sobreancho en las siguientes curvas:

Tabla 5-3 Sitios de reconformación de la Playafaorma para Sobre anchos

SITIOS DE RECONFORMACION DE LA PLATAFORMA - SOBREANCHOS						
Sector	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Longitud [m]	Carpeta Asfáltica (mm)	Base Granular (mm)	SubBase Granular (mm)
1	371+095	371+240	145	70	200	300
2	371+703	371+815	112	70	200	300
3	372+464	372+553	89	70	200	300
4	372+644	372+747	103	70	200	300
5	373+137	373+374	237	70	200	300
6	377+945	378+031	86	70	200	300
7	387+115	387+205	90	70	200	300
8	403+657	403+711	54	70	250	300
9	403+879	403+968	88	70	250	300
10	404+350	404+460	110	70	250	300
11	404+610	404+684	74	70	250	300
12	404+992	405+067	75	70	250	300
13	406+439	406+526	87	70	250	300
14	408+021	408+161	140	70	250	300
15	411+701	411+812	112	70	250	300
16	413+226	413+274	48	70	250	300
17	414+316	414+356	40	70	250	300
18	415+452	415+510	58	70	250	300
19	418+417	418+499	82	70	250	300
		Total	1830			

5.1.2.3.4. PARÁMETROS DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

Al igual que en el alineamiento horizontal, en este proyecto tratándose de un mantenimiento no se mejoró la geometría del vía actual, salvo en sitios críticos que obliguen a hacer cambios. En el Sub Tramo III no se realizó ninguna modificación vertical al trazo existente

5.1.2.3.5. PARÁMETROS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal de una carretera es su intersección con un plano vertical perpendicular a la proyección horizontal del eje.

Las secciones típicas adoptadas para el Sub tramo III: MAIRANA - BERMEJO se detallan a continuación:

Tabla 5-4 Distribuciones de Seccion Tipicas aplicadas en el Subtramo II

ESPESORES DE LA PLATAFORMA - BASE RECICLADA						
Sub Tramo	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Longitud [m]	CA modificado c/polimeros (mm)	Base reciclada c/cemento (mm)	Observación
1	363+900	365+165	1265	10	25	Doble Vía – Área Urbana
2	365+165	374+135	8970	8	20	
3	374+135	381+725	7590	8	25	
4	381+725	387+335	5610	10	25	
5	387+335	397+055	9720	8	15	
6	397+055	416+015	18960	10	25	
7	416+015	421+736	5721	8	15	
8	421+736	422+137	401	8	25	
		total	58237			

Gráfico 5-1 Sección Típica de Plataforma con Base Reciclada

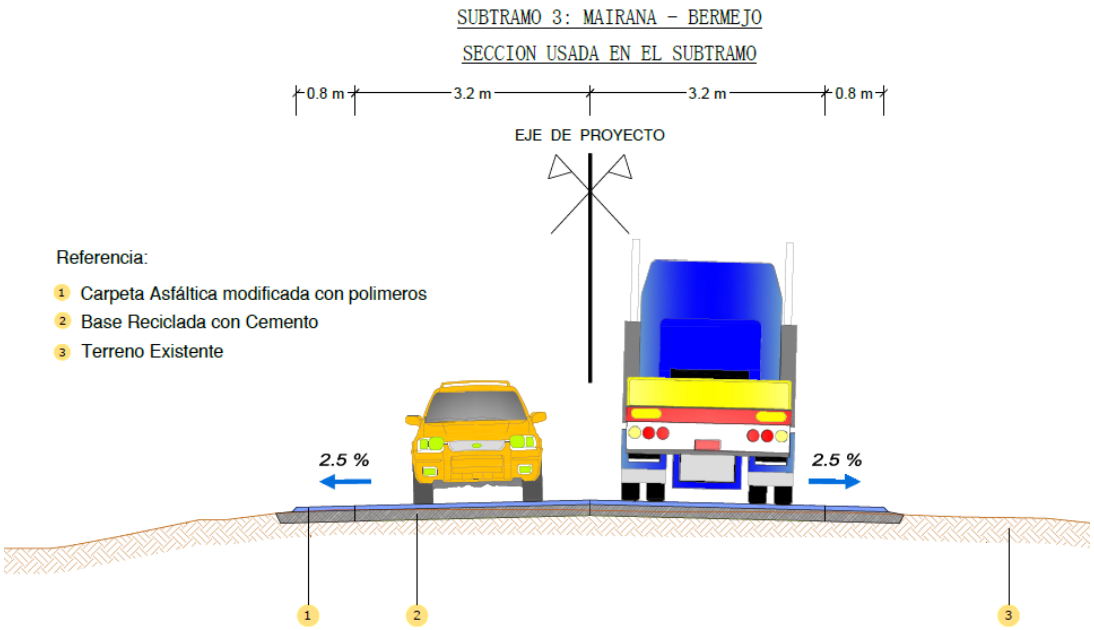
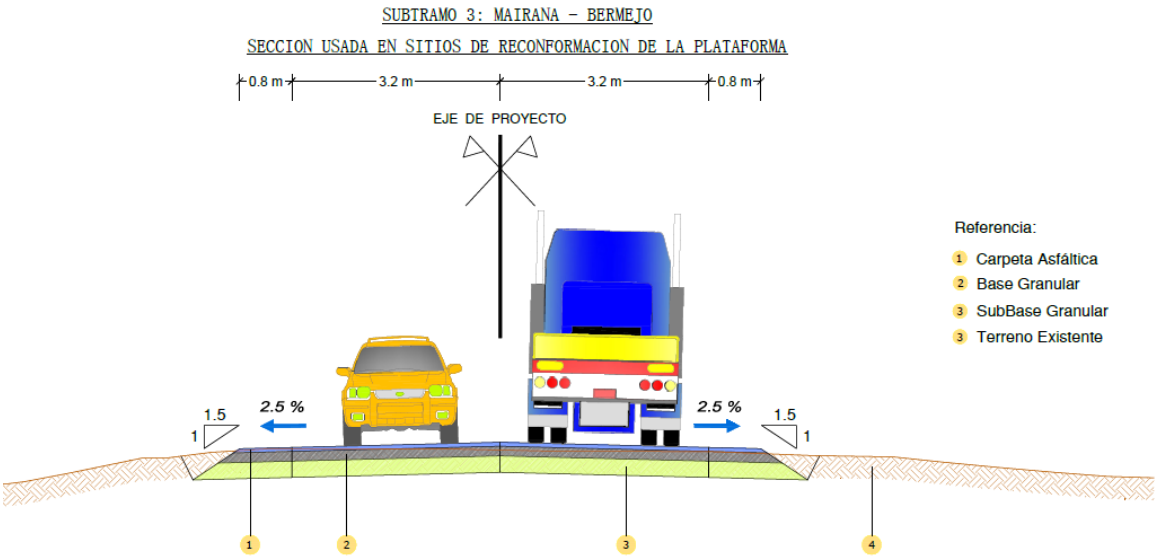


Tabla 5-5 Seccion Tipicas en sitios de Pavimento Rigido

SITIOS DE RECONFORMACION DE LA PLATAFORMA - SITIOS CRITICOS							
Sector	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Longitud [m]	Carpeta Asfáltica (mm)	Base Granular (mm)	SubBase Granular (mm)	Observación
1	370+405	370+625	220	70	20	30	
2	392+998	393+003	5	70	20	30	
3	405+715	405+835	120	70	25	30	
4	407+605	407+640	35	70	25	30	

SITIOS DE RECONFORMACION DE LA PLATAFORMA - SITIOS CRITICOS							
Sector	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Longitud [m]	Carpeta Asfáltica (mm)	Base Granular (mm)	SubBase Granular (mm)	Observación
5	408+575	408+691	116	70	25	30	
6	408+942	409+025	82	70	25	30	
7	413+491	413+778	287	70	25	30	
8	415+290	415+433	142	70	25	30	
		Total	1007				

Gráfico 5-2 Sección Típica de Plataforma en sectores de Reconformación



5.2. GEOLOGÍA

5.2.1. INTRODUCCION

A partir de la población de Comarapa y continuando la ruta hacia la parte oriental hasta la localidad de La Angostura desde el punto de vista geológico la descripción se la efectuará a partir de Comarapa; puesto que, las rocas que afloran hacia el este van disminuyendo en relación a la edad geológica y las características topográficas y morfológicas disminuyen paulatinamente de altitud hasta alcanzar el límite con la llanura chaco-beniana, precisamente a la altura de La Angostura.

Tramo Comarapa – La Palizada – Inicio subida Abra del Quiñe

De manera general hay una predominancia de rocas referidas al sistema paleozoico agrupadas en rocas del devónico y del carbonífero y algunos remanentes de rocas pertenecientes al terciario como son los mas representativos aquellos afloramientos que se encuentran en la localidad de San Isidro; sin embargo a lo largo del eje de la roca se encuentran afloramientos extensos de depósitos de suelos cuyos orígenes están asociados a depositaciones de materiales provenientes de la acumulación fluvial, por efecto de la gravedad y también depósitos relacionados con procesos de remoción en masa.

A partir de Comarapa la carretera se desplaza por una planicie constituida por depósitos de origen Coluvial con espesores variables y se caracterizan por una mezcla de gravas con alto contenido de limos y arcillas hasta el primer puente. A continuación en la zona de San Isidro se desplaza en un pequeño tramo sobre-sedimentos de tipo lacustre constituidos por una intercalación de arcillas, limos y materia orgánica distribuidos en estratos y láminas delgadas que se distinguen por su coloración gris blanquecina. A partir de este punto la vía se desarrolla a través de una serie de colinas de baja altura hasta el inicio de la subida al abra del Quiñe.

Tramo Subida a la Abra del Quiñe – Mataral

El relieve topográfico en este tramo es muy acentuado ya que el camino atraviesa una divisoria de aguas importante cuya culminación es la población del Abra del Quiñe y desde este punto se baja de manera sostenida hasta la localidad de Mataral.

El camino se desplaza principalmente cortando rocas pertenecientes al devónico y que están constituidas por una serie de areniscas y lutitas que se destacan por su coloración gris obscura a gris clara, en este sector los cortes efectuados para la construcción de la carretera varían en altura y en el tipo de material en el cual han sido cortados; dando como consecuencia sitios donde se observan desplazamientos de bloques de material y en otros lugares volcamiento de estratos que se desarrollan principalmente a través de los planos del sistema de diaclasas. Los más significativos se encuentran en la bajada hacia Mataral cuando la plataforma se desplaza paralela al margen de la quebrada de Chajgrahuayco, donde inclusive se tiene taludes con pendientes verticales y alturas que sobrepasan los 30 metros.

En este tramo sobre todo en la bajada hacia Mataral se encuentran varios sectores con la plataforma hundida y en algunos casos desplazada algunos centímetros y se debe a la presencia de círculos de rotura asociados a deslizamientos. Estos sitios están identificados y definidos en los capítulos concernientes a los estudios geotécnicos y agrupados en el texto de sitios críticos.

Tramo Mataral – Mairana

En este tramo aun cuando se atraviesa en forma perpendicular a las estructuras geológicas hasta la población de Yerba Buena, la carretera en su mayor parte se desplaza sobre depósitos de origen cuaternario constituido por plataformas de terrazas aluviales y sedimentos de origen Coluvial, ello da lugar que aun cuando se desplace por una zona montañosa en la mayor parte los taludes naturales están alejados de la plataforma y en pocos sitios se observan cortes en rocas que en su mayoría permanecen los taludes estables como es el caso que se observa en la foto siguiente.

A partir de Yerba Buena hasta la localidad de Mairana, e inclusive un kilómetro más adelante la carretera se desarrolla en la margen derecha del río Mairana, el cual forma un amplio y extenso valle aluvial y durante su evolución morfológica ha dado lugar a conformación de amplias terrazas ubicadas a diferentes alturas con respecto al lecho actual del río. La morfología de la planicie aluvial es interrumpida por pequeñas colinas redondeadas o amplios abanicos aluviales que originan al descargar las corrientes de agua de la serranía adyacente sobre la llanura aluvial.

Las rocas a ambos lados de la carretera están constituidas principalmente por rocas pertenecientes a diferentes formaciones del devónico y hay también amplio predominio de rocas de tipo areniscas de grano grueso, de coloración rojiza pertenecientes al sistema carbonífero.

Tramo Mairana – Samaipata – La Negra

Este tramo se caracteriza porque la carretera atraviesa una serie de colinas y serranías alineadas aproximadamente de norte a sur y corta en gran porcentaje rocas de diferente tipo y naturaleza pero donde predomina rocas del devónico con excepción del sector de la subida de Mairana hacia la cumbre de Samaipata donde se encuentran afloramientos de rocas constituidas por areniscas intercaladas con materiales de tipo limolita y se destacan por su coloración rojo obscuro a claro. Las areniscas forman bancos gruesos y están cortados por un sistema de diaclasas de tipo ortogonal, las cuales dan lugar a desplazamientos de bloques de diámetros que sobrepasan en algunos casos los 2 metros; por consiguiente es un sector que representa diversos problemas asociados con la caída y desprendimientos de bloques que obstruyen la vía. A partir de Cuevas hay un predominio de rocas pertenecientes al sistema carbonífero y en menor porcentaje se observan afloramientos de rocas de tipo lutítico de color gris obscuro que están referidas al carbonífero.

En este último sector aflora la unidad litológica conocida como formación Tarija, la cual se caracteriza por tener una textura homogénea, carente de estratificación y una

predominancia de color gris verduzco; al estar los materiales en una masa de tipo lodolita con alto contenido de areniscas con granos relativamente sueltos, son sujetos a procesos de meteorización que da lugar al desprendimiento continuo de los granos que constituyen la unidad litológica y al tener una cohesión muy baja la meteorización y erosión es continua.

Tramo La Negra – La Angostura

En este tramo la carretera se desplaza en su totalidad por la margen izquierda de la cuenca alta del río Piraí hasta la localidad de La Angostura. Las rocas principalmente pertenecen al sistema carbonífero y forman una serie de estructuras sinclinales y anticlinales. El tipo de roca son de tipo areniscas de granos gruesos que forman estratos y bancos gruesos de color gris rojizo y en algunos sectores como en Bermejo forman relieves altos de forma redondeadas y con pendientes naturales cercanas a la vertical.

Entre estas unidades de areniscas se encuentran también unidades de tipo lutítico de color gris-rojizo con niveles de rocas designadas como diacmigtitas las cuales se caracterizan por su falta de estratificación y en el cuerpo de la unidad litológica se observan bloques de roca de diferente tamaño y en algunos casos núcleos de formas esferoidales. Esta unidad litológica se la conoce como formación Taihuati.

5.2.2. ELABORACIÓN DEL PLANO GEOLÓGICO

Es importante señalar que el plano geológico que se incluye en el informe está elaborado sobre la base de una carta geológica publicada por el SERGEOTECMIN, complementada con la información de trabajo de campo y la información obtenida del mapa geológico de Bolivia, debido a ello se observa la no continuación de algunas unidades de tipo formacional en algunos sectores del plano presentado y también la diferencia de colores que representan sistemas similares. De todas maneras para una información de tipo regional da una buena referencia de las características geológicas en general y suficiente para los propósitos de este proyecto.

5.2.3. IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DE RIESGO O CRÍTICOS

En el recorrido desde la localidad de Comarapa hasta La Angostura se ha podido identificar a través de un inventario elaborado por la ABC y proporcionado a la empresa consultora, sitios o sectores denominados como críticos o de riesgo del tramo de estudio, los mismos que se relacionan a fenómenos de remoción de masas, fallas estructurales de macizos rocosos, fallas estructurales de plataforma y de otras índoles que afectan de manera directa e indirecta a los usuarios de la vía.

Muchos de los anteriores sitios muestran emprendimientos de obras que han servido para la rehabilitación de los sitios, sin embargo no han recibido en periodos pasados los mantenimientos respectivos para preservar las soluciones adoptadas por lo que las obras implementadas, en la mayoría de los casos requieren una nueva intervención, para lo cual deben ser evaluados nuevamente a manera de plantear nuevos diseños o mantener y/o reforzar los existentes.

Por otro lado, debido a las altas precipitaciones registradas en el último periodo de lluvias, se han generado nuevos sitios con problemas de forma localizada relacionados de igual manera a los fenómenos mencionados, por lo que deben ser inventariados y evaluados para que posteriormente al igual que los sitios ya identificados, se planteen soluciones técnico-económicas aptas para cada sitio.

En total se han inventariado 20 sectores o sitios con problemas de mayor o menor magnitud en todo el tramo desde Comarapa a La Angostura, que comprenden a los sitios inventariados e intervenidos en gestiones pasadas por la ABC y los identificados por la empresa consultora.

5.2.4. UBICACIÓN DE LOS SITIOS CRÍTICOS RESPECTO DEL TRAMO

Por medio de imágenes satelitales es posible apreciar a lo largo del desarrollo de la carretera la ubicación de todos los sitios inventariados, los que pueden detallarse de acuerdo a las poblaciones del tramo de la siguiente manera.

Tabla 5-6 Sitios Críticos ubicados de acuerdo a las poblaciones del tramo

Sección	Poblaciones	Sitios Críticos
1	Comarapa – Mataral	S1 y S2
2	Mataral – Mairana	S3
3	Mairana – Samaipata	S4, S5 y S6
4	Samaipata – Cuevas	S7, S8, S9, S10, S11, S12
5	Cuevas – La Angostura	S13, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19 y S20

A continuación se muestra en una tabla resumen la ubicación de los sitios inventariados junto a su calificación de riesgo de acuerdo a la evaluación efectuada.

Tabla 5-7 Resumen de Sitios Críticos en el tramo de estudio

Nº	Código Diseño	Identificación	Área afectada aproximada (m^2)	Coordenadas		Evaluación de Riesgo
				Este	Norte	
1	S1	Cps–Belmonte	1000	364308.466	7994628.663	BAJO
2	S2	ABC	600	369125.640	7995500.570	MEDIO
3	S3	ABC	2000	386452.430	8010177.370	MEDIO
4	S4	ABC	750	401746.740	7993133.450	MEDIO
5	S5	ABC	5000	401731.190	7992875.940	BAJO
6	S6	ABC	4000	401936.910	7992729.070	BAJO
7	S7	ABC	750	422675.300	7989148.570	MEDIO
8	S8	Cps–Belmonte	3600	423707.539	7989998.538	ALTO
9	S9	ABC	13000	423502.740	7991133.900	BAJO
10	S9-A	Cps-Belmonte	6000	424325.860	7992274.415	ALTO

Nº	Código Diseño	Identificación	Área afectada aproximada (m^2)	Coordenadas		Evaluación de Riesgo
				Este	Norte	
11	S9-B	Cps-Belmonte	2000	425162.400	7993056.603	ALTO
12	S10	ABC	9000	427766.120	7994601.080	ALTO
13	S10-A	Cps-Belmonte	5000	430424.225	7994920.144	MEDIO
14	S11	Cps–Belmonte	350	430579.260	7994905.317	ALTO
15	S12	ABC	700	430799.940	7994930.750	MEDIO
16	S13	Cps–Belmonte	2400	434443.205	7993555.461	MEDIO
17	S14	Cps–Belmonte	2500	434558.000	7993252.000	ALTO
18	S15	Cps–Belmonte	350	435928.226	7992187.536	MEDIO
19	S16	Cps–Belmonte	350	437301.747	7991285.839	MEDIO
20	S17	Cps–Belmonte	500	438770.284	7991270.384	MEDIO
21	S18	Cps–Belmonte	700	438798.937	7991038.454	MEDIO
22	S19	ABC	60000	441259.060	7989549.130	MEDIO
23	S20	Cps–Belmonte	1800	441644.494	7989696.032	MEDIO
24	S20-A	Cps–Belmonte	800	442886.312	7990704.253	ALTO
25	S20-B	Cps–Belmonte	300	444606.804	7991139.966	ALTO

5.2.5. SITIOS O SECTORES QUE REQUIEREN OBRAS DE MENOR ENVERGADURA (COMPLEMENTARIAS)

Dentro del tramo de estudio se encuentran sitios o sectores donde los problemas tienden a ser de menor magnitud que los descritos en párrafos precedentes; puesto que, en éstos sitios se encuentran quebradas que arrastran sólidos en menor proporción, flujos de barro, hundimientos, deformaciones de terraplenes, caídas de roca en volúmenes pequeños, etc., en general problemas que pueden ser solucionados con medidas fácilmente aplicables y que no requieren estudios de mayor profundidad.

Se han contabilizado en total 51 de éstos sitios, de los cuales simplemente se señalará el problema suscitado y la medida de corrección que debe adoptarse para su solución. Para la nominación de estos sitios se ha utilizado la sigla genérica OCS (Obras Complementarias en Sitios).

Tabla 5-8 Ubicación de sitios que requieren obras menores

Nº	Código de Diseño	Identificación	Coordenadas		Tramo
			Este	Norte	
1	OCS1	CPS-Belmonte	342630.456	8012265.151	I
2	OCS2	CPS-Belmonte	343062.918	8011481.170	I
3	OCS3	ABC	354333.490	7999699.290	I
4	OCS4	CPS-Belmonte	357783.217	7998484.919	I

Nº	Código de Diseño	Identificación	Coordenadas		Tramo
			Este	Norte	
5	OCS5	CPS-Belmonte	358528.380	7997829.100	I
6	OCS6	CPS-Belmonte	358716.220	7997684.377	I
7	OCS7	CPS-Belmonte	359017.750	7997827.110	I
8	OCS8	CPS-Belmonte	359440.520	7997756.790	I
9	OCS9	CPS-Belmonte	359736.640	7997519.880	I
10	OCS10	CPS-Belmonte	360051.215	7997024.909	I
11	OCS11	ABC	362389.160	7996087.420	I
12	OCS12	ABC	364774.410	7994020.270	I
13	OCS13	CPS-Belmonte	364969.280	7993983.540	I
14	OCS14	CPS-Belmonte	366756.076	7993402.580	I
15	OCS15	CPS-Belmonte	367205.710	7993763.540	I
16	OCS16	CPS-Belmonte	367636.402	7993985.702	I
17	OCS17	CPS-Belmonte	369915.780	7996134.770	I
18	OCS18	CPS-Belmonte	375311.390	7999224.720	II
19	OCS19	ABC	380245.160	7999243.660	II
20	OCS20	CPS-Belmonte	380497.275	7999251.400	II
21	OCS21	ABC	382682.000	8004955.530	II
22	OCS22	CPS-Belmonte	383790.540	8008328.440	II
23	OCS23	CPS-Belmonte	389670.610	8010883.680	II
24	OCS23-A	CPS-Belmonte	392286.515	8010176.626	II
25	OCS24	ABC	392271.340	8010158.360	II
26	OCS26	ABC	401831.380	7992208.430	III
27	OCS27	CPS-Belmonte	401873.550	7992009.980	III
28	OCS28	ABC	402067.370	7991893.180	III
29	OCS25	CPS-Belmonte	402176.840	7992512.770	III
30	OCS29	ABC	402207.060	7991785.000	III
31	OCS30	ABC	402214.320	7991557.500	III
32	OCS31	CPS-Belmonte	403346.370	7991664.710	III
33	OCS32	CPS-Belmonte	423002.110	7989912.880	III
34	OCS32-A	CPS-Belmonte	423166.361	7989913.420	III
35	OCS32-B	CPS-Belmonte	423423.016	7989814.962	III
36	OCS32-D	CPS-Belmonte	423508.142	7990516.688	III
37	OCS32-C	CPS-Belmonte	423559.382	7990369.951	III
38	OCS33	ABC	423468.670	7990783.280	III
39	OCS33-A	CPS-Belmonte	423590.512	7991033.402	III
40	OCS33-B	CPS-Belmonte	423528.875	7991107.293	III
41	OCS33-C	CPS-Belmonte	423440.974	7991592.133	III
42	OCS33-D	CPS-Belmonte	423812.662	7991537.717	III

Nº	Código de Diseño	Identificación	Coordenadas		Tramo
			Este	Norte	
43	OCS33-E	CPS-Belmonte	423941.711	7991698.328	III
44	OCS33-F	CPS-Belmonte	423921.580	7991761.980	III
45	OCS33-G	CPS-Belmonte	423941.893	7991814.176	III
46	OCS33-H	CPS-Belmonte	423942.639	7992245.369	III
47	OCS33-I	CPS-Belmonte	424044.645	7992317.024	III
48	OCS33-J	CPS-Belmonte	424077.822	7992407.884	III
49	OCS33-K	CPS-Belmonte	424669.107	7992465.175	III
50	OCS33-L	CPS-Belmonte	424656.239	7992810.785	III
51	OCS33-M	CPS-Belmonte	425122.162	7993039.851	III
52	OCS34	CPS-Belmonte	425448.500	7992818.040	III
53	OCS35	ABC	426720.190	7993719.780	III
54	OCS35-B	CPS-Belmonte	428220.355	7994590.388	III
55	OCS35-A	CPS-Belmonte	426926.309	7994347.464	III
56	OCS36	CPS-Belmonte	428661.300	7994643.130	III
57	OCS37	ABC	429018.400	7994695.570	III
58	OCS37-A	CPS-Belmonte	429401.760	7994075.892	III
59	OCS37-B	CPS-Belmonte	429976.494	7994604.417	III
60	OCS38	CPS-Belmonte	431680.740	7995327.890	III
61	OCS39	CPS-Belmonte	432480.980	7995194.920	IV
62	OCS40	CPS-Belmonte	434028.790	7993701.880	IV
63	OCS41	CPS-Belmonte	435754.000	7992334.000	IV
64	OCS42	CPS-Belmonte	435797.210	7992304.390	IV
65	OCS42-A	CPS-Belmonte	435959.067	7992104.876	IV
66	OCS43	ABC	436804.220	7991744.430	IV
67	OCS44	CPS-Belmonte	436916.000	7991531.000	IV
68	OCS44-A	CPS-Belmonte	438284.721	7991464.356	IV
69	OCS45	CPS-Belmonte	438822.280	7990344.460	IV
70	OCS46	CPS-Belmonte	439687.600	7989773.000	IV
71	OCS47	CPS-Belmonte	439866.330	7989743.050	IV
72	OCS48	CPS-Belmonte	441001.420	7989500.260	IV
73	OCS49	CPS-Belmonte	442448.430	7990032.020	IV
74	OCS50	CPS-Belmonte	442767.890	7990297.730	IV
75	OCS51	CPS-Belmonte	442797.900	7990556.840	IV

5.2.6. DISEÑO DE OBRAS EN SITIOS CRITICOS Y EN SECTORES QUE REQUIEREN OBRAS DE MENOR ENVERGADURA (COMPLEMENTARIAS)

Para diseñar las obras de estabilización en sitios críticos, se debe primeramente realizar una evaluación de riesgos que determine las causas o factores que ocasionaron la

desestabilización del lugar y el riesgo que representa al usuario de la vía. En los sitios críticos identificados del tramo de estudio, se han evaluado cada uno de los sitios considerados como mayores o de alto riesgo. Estas evaluaciones brindan un panorama más amplio acerca de la situación que se afronta y mediante las mismas se definen los ensayos y trabajos geológicos, geotécnicos, hidráulicos y topográficos necesarios para efectuar un relevamiento completo del área afectada.

5.3. GEOTECNIA

5.3.1. ESTUDIOS EN VÍA

El estudio de las características físico-mecánicas de las capas del terreno que sostiene la vía, ha requerido la ejecución de trabajos de campo, laboratorio y gabinete. La principal actividad de campo consistió en la ejecución de calicatas o pozos a cielo abierto con recolección de muestras representativas a lo largo del tramo. Puesto que la vía actual se encuentra pavimentada, la misma se encuentra bastante deteriorada en la cual pueden encontrarse baches con pérdida de carpeta asfáltica mismos que se aprovecharon de realizar los pozos a cielo abierto.

Imagen 5-1 Tramos de plataforma que no cuenta con carpeta asfaltica en los que se realizaron los pozos

5.3.1.1. TRABAJOS DE CAMPO

En total se han excavado 60 calicatas a cielo abierto, sobre las tres franjas de circulación de la plataforma, es decir sobre los lados derecho, izquierdo y eje (Al 3 bolillo), en orden progresivo desde la localidad de Comarapa hacia La Angostura.

Cabe señalar que existen tramos entre los 50 a 200 metros de longitud en los que se ha perdido completamente la carpeta asfáltica e incluso las capas granulares. En estos tramos se ha brindado mayor énfasis en el trabajo de campo, por lo que se han ejecutado hasta 4 calicatas de exploración por cada tramo.

La excavación de las calicatas tuvo en general una sección de 0.50m x 1.00m, con una profundidad de hasta 1.00m. En casos en los que se encontró durante las excavaciones macizos rocosos, la profundidad de excavación se redujo hasta el contacto con roca.

5.3.1.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio fueron realizados en un laboratorio particular de la ciudad de La Paz y en laboratorios propios de la empresa tambien en la ciudad de La Paz, por lo que todas las muestras recolectadas de pozos en vía fueron trasladadas desde el lugar de proyecto a las instalaciones del laboratorio.

Es práctica usual efectuar agrupaciones de muestras en base a sus propiedades índice y ubicación física, de manera tal de realizar un ensayo de compactación y CBR por grupo y asumir que los resultados de los mismos son también útiles para el resto de muestras del grupo. Sin embargo para este estudio no se ha aplicado las agrupaciones de muestras, razón por la cual se determinaron los valores CBR para cada muestra rescatada.

5.3.1.3. TRABAJOS DE GABINETE

5.3.1.3.1. ESTRATIGRAFÍA

El análisis de los registros de campo y de los ensayos de clasificación de las muestras, permitieron inferir la estratigrafía existente a lo largo de la carretera en estudio. Para su estudio, se ha dividido el material encontrado en los reconocimientos del terreno en cuatro clases, a saber: tratamiento superficial (TS), material granular (MG), terreno de fundación (TF) y macizo rocoso (MR).

Por debajo de la capa de TS, se encuentra un estrato de material granular (MG). El origen de este material corresponde a las capas base y/o sub-base que dan soporte al pavimento existente, dispuesta al momento de la construcción de la carretera como también en etapas de mantenimiento y rehabilitación. Si bien se ha evidenciado la presencia de material granular en casi la totalidad de los pozos excavados, este espesor es variable.

Analizando se tiene que de los 60 pozos excavados, 49 presentan MG que constituye el paquete estructural actual, y que solamente 11 pozos no presentan MG. Esto se debe principalmente a que éstos 11 pozos se encuentran en lugares donde existen problemas a nivel de plataforma asociados a deslizamientos de taludes que sostienen la carretera como también, de taludes contiguos que presentaron deslizamientos, derrumbes y/o caida de rocas y que afectaron a la integridad del pavimento. A su vez las diversas rehabilitaciones en estos sectores alteraron de alguna manera el MG dispuesto inicialmente por lo que el mismo no se ha podido evidenciar en estos 11 puntos .

5.3.1.3.2. ESTUDIO DE LAS CAPAS GRANULARES

Las capas granulares determinadas en la exploración de pozos y que constituyen en el elemento de soporte para el pavimento de la carretera actual, deben ser estudiadas con el fin de determinar el estado de sus propiedades físicas y mecánicas, para posteriormente

establecer de acuerdo al estado de estas capas, su continuidad como capas estructurales o la reposición de estas.

Según los estudios, los espesores de la capa granular M1, varían desde los 25 cm. hasta 100 cm. debido principalmente a los diversos mantenimientos, recapamientos y rehabilitaciones efectuadas en años anteriores a la carretera. Este aspecto se corrobora en la excavación de algunos pozos en los que se encontraron horizontes de asfalto antiguos, donde nuevas capas granulares fueron dispuestas por sobre ésta.

Resumiendo, de las 116 muestras analizadas, 47 cumplen para capa sub-base (CBR >40%) y solamente 7 para capa base (CBR>80%), mientras que el resto de las 62 muestras no cumplen para su uso o disposición en capas estructurales pero sí como sub-rasante. Esto demuestra que el pavimento y capas granulares se encuentran fatigadas, por un lado, por los años de servicio que tiene la carretera y falta de mantenimiento que se reflejan claramente en los deterioros del pavimento asociado al exceso de peso de vehículos que transitan por la vía que transmiten cargas extraordinarias al paquete estructural.

5.4. SUELOS Y MATERIALES

5.4.1. ESTUDIO DE LOS BANCOS DE PRÉSTAMO

Debido a las características topográficas y geológicas de la zona de proyecto, mismo que en su mayoría está conformado por macizos rocosos fracturados y con presencia de rocas débiles (lutitas), no fue posible identificar canteras con material explotable o depósitos coluviales que pudieran ser trabajados. En este sentido, las fuentes de materiales estudiadas corresponden solamente a depósitos aluviales.

El estudio de las características físico-mecánicas de los bancos de préstamo, ha requerido la ejecución de trabajos de campo, de laboratorio y de gabinete. En el primer caso, la principal actividad desarrollada ha sido la ejecución de calicatas a cielo abierto dentro del margen del lecho aluvial, con la respectiva recolección de muestras representativas, esto para bancos de material con agregado fino. Para bancos conformados principalmente por agregado grueso, se han recolectado bolones de roca de dimensiones 20x30 cm. Por otra parte, los trabajos de laboratorio para los bancos de agregado fino, estuvieron concentrados en la determinación de las propiedades índice de las muestras obtenidas, de manera de poder establecer su clasificación (sistema AASHTO), para posteriormente realizar pruebas mecánicas de laboratorio, tales como los ensayos de compactación y CBR. Para bancos de agregado grueso, los ensayos estuvieron concentrados en la determinación de su aplicabilidad para hormigones, pavimentos y mezclas para capas granulares.

Finalmente, con toda la información adquirida, se procedió a efectuar el análisis respectivo de los resultados obtenidos (tanto de laboratorio como de campo), de manera de proporcionar información de utilidad para los posteriores diseños requeridos.

En la tabla se muestra un resumen de los bancos de préstamo identificados, la ubicación geo-referenciada junto a la clase de material predominante de cada banco en orden progresivo desde el inicio de proyecto hasta el final del mismo.

Tabla 5-9 Ubicación de los bancos de préstamo estudiados respecto a la carretera

Nº	Banco	Código	Progresiva	Coordenadas		Material Estudiado
				E	N	
1	Tambo	BP – TA	276+050	347098	8007202	Agregado Grueso
2	Pampa Grande	BP – PG	325+750	382060	7999650	Aluvial
3	Agua Clara	BP – AC	337+535	384525	8009560	Agregado Grueso
4	Yerba Buena	BP – YB	346+645	391388	8011507	Aluvial
5	Pocuelos	BP – PO	358+195	395273	8002082	Aluvial
6	La Angostura	BP – ANG	441+465	445357	7991153	Agregado Grueso

5.4.2. CÁLCULO DE VOLÚMENES ÚTILES Y RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO POR BP

Los ensayos realizados han permitido la evaluación de los bancos de préstamo ubicados a lo largo del tramo de estudio, y su posible aplicabilidad en la conformación de capas

granulares de soporte al pavimento como también para la elaboración de hormigones. Sin embargo no sólo las propiedades índices y mecánicas definen el uso de un BP; también los volúmenes disponibles de explotación y distancias de transporte, implican un componente determinante para la definición de yacimientos.

A continuación se muestran las principales características de cada BP como también los cálculos de los factores de corrección y los volúmenes útiles de explotación estimados.

Tabla 5-10 Volumen útil disponible

Código	Progresiva	Coordenadas aprox. Del C.G.		Volumen útil, (m^3_c)	Volumen útil adoptado, (m^3_c)	Distancia de acceso (km)
BP – PG	325+750	382060	7999650	187170.011	187000.00	1.234
BP – AC	337+535	384525	8009560	1778.28	1700.00	0.188
BP – YB	346+645	391388	8011507	13800.70	13800.00	0.080
BP – ANG	441+465	445357	7991153	45345.83	45000.00	0.180
				Total (m^3_c)	**247500**	

5.4.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a lo observado en campo, existe mucha heterogeneidad de los materiales de préstamo depositados en los bancos estudiados. Este aspecto se encuentra relacionado de acuerdo a la geomorfología y al relieve en el que se desarrolla el tramo Comarapa – La Angostura, ya que el inicio del tramo los suelos preponderantes del sector son gravas y arenas mezcladas con arcillas y limos, y a medida que se continua en el sentido del trazo, la litología cambia a suelos arenosos que son característicos de la zona oriental.

Por esta razón es que los materiales encontrados en los bancos cercanos a Comarapa presentan volúmenes considerables de materiales con sobretamaño y cantidades mínimas de arenas y gravas. A partir de la localidad de Mataral hasta Mairana, esta situación cambia ya que los materiales de los bancos se convierten más arenosos con bajas porciones de gravas y sobretamaño, mezclados en altos porcentajes con material fino. Llegando a La Angostura y debido a que este sector representa la cota más baja del tramo, se hace evidente la mezcla de arenas, gravas, material con sobretamaño y material fino en demasía en este sector donde las arenas son las menos representativas.

Esto de alguna manera se traduce en una situación complicada para la explotación de agregados debido a la heterogeneidad de los materiales de cada banco como la ubicación de cada BP respecto del tramo entre Comarapa y La Angostura, por lo que como alternativa deben buscarse combinaciones de materiales entre bancos, para alcanzar parámetros mecánicos mínimos determinados por normativa y de esta manera poder ser utilizados en diferentes aplicaciones.

Para el sub tramo III después de un análisis que concierne la ubicación, volumen explotable y resultados de laboratorio, se ha determinado como fuente de agregados los yacimientos de **Pampa Grande** y **La Angostura** para este sub tramo. Esta determinación responde

principalmente a la demanda de agregados del sub tramo III como también a su localización geográfica respecto al tramo principal de Comarapa – La Angostura. A continuación se justifica la elección de estos bancos como fuente de agregados.

5.4.4. DEMANDA DE AGREGADOS PARA EL SUB TRAMO III

Se detalla a continuación la demanda de agregados del sub tramo III producto de un análisis de todos los ítems que intervienen en el proyecto y sobre los cuales se requieren los agregados como base fundamental para la ejecución o construcción de estos ítems.

Tabla 5-11 Demanda de agregados del sub tramo III

	VOLUMENES DE AGREGADOS EN M3		
	ARENA	GRAVA	PIEDRA
VOLUMENES TOTALES DE AGREGADOS:	**69,924.08**	**81,691.26**	**44,306.33**

A su vez se presenta el volumen de oferta y aptitudes de los bancos de préstamo estudiados, volumen de oferta que necesariamente deberá ser mayor al de demanda.

Tabla 5-12 Volúmen útil disponible del BP analizados

Código	Progresiva	Coordenadas aprox. Del C.G.		Volumen útil, (m^3_c)	Volumen útil adoptado, (m^3_c)	Distancia de acceso (km)
BP - ANG	441+465	445357	7991153	16401.66	45000.00	0.180
BP - PG	325+750	382060	7999650	80782.95	187000.00	1.234
				Total (m^3_c)	**232000.00**	

Del volumen útil adoptado de cada banco, es posible determinar aproximadamente el volumen o cantidad de arenas, gravas y bolones con sobretamaño (>3”) que oferta cada BP respecto a la granulometría del material (tabla 6-10 y 6-34). Como se observa el volumen de materiales disponibles son 232000 m^3c, que pueden ser cuantificados como materiales individuales de acuerdo al promedio del porcentaje de arenas, gravas, finos y de sobretamaño del análisis granulométrico de las muestras analizadas de ambos bancos. La tabla 6-41 muestra el volumen de oferta por tipo de agregado de los bancos determinados.

Tabla 5-13 Cálculo de agregados disponibles en bancos

No.	BP	Volumen de oferta (m^3)	Recolección de Muestras en los BP				Vol. de Gravas Total (m^3)	Vol. de Arenas Total (m^3)	Vol. de Finos Total (m^3)	Vol. de Piedra Total (m^3)
			% de Gravas (Promedio)	% de Arenas (Promedio)	% de Finos (Promedio)	% de Piedras (Promedio)				
1	BP – PG	187000	57.62%	39.44%	2.94%		107749.4	73752.8	5497.8	0
2	BP – ANG	45000				100.00%	0	0	0	45000
						Total Volumen de Agregados (m^3)	**107749.4**	**73752.8**		**45000**

Determinados los volúmenes por unidad de agregado, es posible comparar si éstos satisfacen a los volúmenes de demanda que se muestran en la tabla siguiente. En la tabla siguiente se realiza la comparación.

Tabla 5-14 Comparación de oferta y demanda de materiales

No.	Agregado	Demanda (m^3)	Oferta de los BP (m^3)	Observaciones
1	Arena	39,973.01	40545.48	Cumple
2	Grava	35,770.81	50279.74	Cumple
3	Piedra	4,177.87	12700	Cumple

Puesto que los agregados propuestos cumplen la demanda del proyecto, la tabla anterior muestra la aptitud de los agregados procedentes de los bancos para su uso en diferentes finalidades.

Tabla 5-15 Aptitud de los Bancos analizados

No.	Banco	Capa Base	Capa Sub Base	Hormigones	Terraplenes
1	BP - PG	√	√	√	√
2	BP - ANG			√	√

5.4.5. ANALISIS DE AGUA

Se ha estudiado las características químicas del agua procedente del río Tambo, Pampa Grande, Yerba Buena y La Angostura. Los análisis realizados son prescritos por la Norma Boliviana del Hormigón (NB-87) y fueron realizados en el laboratorio del Instituto de Ensayos de Materiales dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés. En la tabla siguiente se presentan dichos resultados, así como las especificaciones prescritas por la normativa.

Tabla 5-16 Resultados del Análisis de Agua

Nº	Banco	Resultados de Laboratorio		Norma CBH-87	
		pH	Hidratos de Carbono	PH	Hidratos de Carbono
1	Tambo	7.39	∅	≥ 5	∅
2	Pampa Grande	7.43	∅	≥ 5	∅
3	Yerba Buena	8.34	∅	≥ 5	∅
4	La Angostura	8.06	∅	≥ 5	∅

El análisis químico realizado en muestras rescatadas de agua de los diferentes ríos de BP del tramo Comarapa – La Angostura, otorga valores satisfactorios a lo que refiere el valor de pH con parámetros dictados por la CBH-87 para su uso en hormigones. En el caso del sub tramo IV, las aguas del BP La Angostura son aceptables para su uso en la elaboración de hormigones.

5.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

5.5.1. DISEÑO DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE RECICLADO CON CEMENTO

El diseño de pavimentos se realiza con el software DIPAV 2.2 que es un programa de diseño de pavimentos tanto rígidos como flexibles basado en la Guía de Diseño AASHTO-93.

Alternativamente se ha verificado con el procedimiento del IECA (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones) para un periodo de diseño de 20 años, con fines comparativos que se explican más adelante.

5.5.1.1. PAVIMENTO FLEXIBLE (CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO CON POLÍMEROS)

A continuación se explican cada una de las variables utilizadas de acuerdo al orden de introducción en el software mencionado. Se analiza para la alternativa de concreto asfáltico modificado con polímeros.

Se adoptaron los valores que se anotan a continuación, estos se encuentran debidamente justificados en el capítulo correspondiente:

Serviciabilidad inicial (PO)= 4.2

Serviciabilidad Final (PT)= 2.5

Nivel de confianza 85%

Desviación Estándar 0.49

Etapas constructivas 2 y resulta una confiabilidad de 0.922

Coeficiente de Capa del concreto asfaltico modificado con polímero 0.52

Coeficiente de Capa de Capa Base con 80% de CBR 0.14

Coeficiente de Capa de Material reciclado con Cemento 0.16

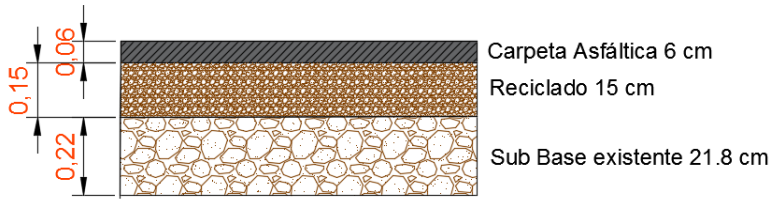
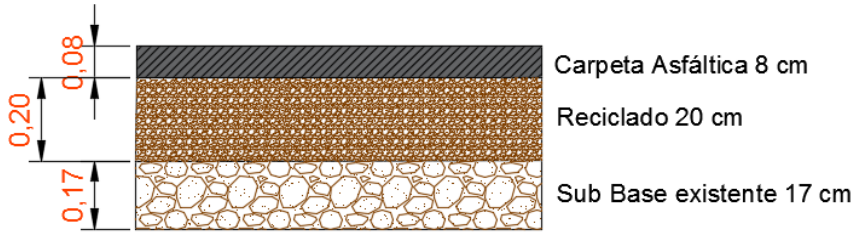
5.5.1.1.1. CÁLCULO DE ESPESORES PARA MATERIAL RECICLADO

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los valores hallados con los espesores de concreto asfáltico modificado con polímeros y capa reciclada con cemento. Se presenta también qué parte del paquete anterior se interviene y el espesor que totaliza el paquete nuevo (suma de concreto asfáltico más base reciclada con cemento)

Tabla 5-17 Detalle de espesores de capas para el reciclado

Tramos según Presupuesto	Tramos según Tráfico	Tramos según Tráfico	Sectorizacion según tramos homogeneos		Progresiva Inicial	Progresiva Final	CA modificado c/polimeros (mm)	Base reciclada c/cemento (mm)
T I	I	22.55	Comarapa		260+000	260+740	60	150
					264+508	262+520	60	150
					262+520	264+510	70	
					264+510	269+510	70	
					269+510	271+250	70	
					271+250	275+510	70	
					275+510	277+260	60	150
					277+260	278+250	60	150
				La Palizada	278+250	282+500	60	150
	II	31.27	La Palizada		264+510	296+000	70	250
				Mataral	296+000	313+820	60	150
T II	III	46.68	Mataral		313+820	316+255	80	200
					316+255	340+758	80	150
					340+758	352+501	80	200
				Mairana	352+501	360+500	80	200
T III		61.6	Mairana		360+500	362+507	80	200
					362+507	365+245	100	250
					365+245	374+240	80	200
				Samaipata	374+240	381+860	80	250
	IV		Samaipata		381+860	387+496	100	250
					387+496	397+253	80	150
					397+253	416+246	100	250
				Bermejo	416+246	422+100	80	150
T IV		20.8	Bermejo		422+100	426+249	80	250
					426+249	430+988	100	250
				La Angostura	430+988	442+900	80	150
Longitud total (km)		182.90						

En la Siguiente Tabla se tienen los perfiles tipo de pavimento y reciclado para el Sub Tramo III:

SECTOR	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	ESQUEMA DE SECCIÓN
1	313+650	313+820	
2	313+820	316+255	

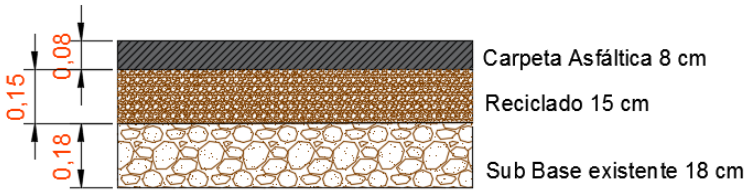
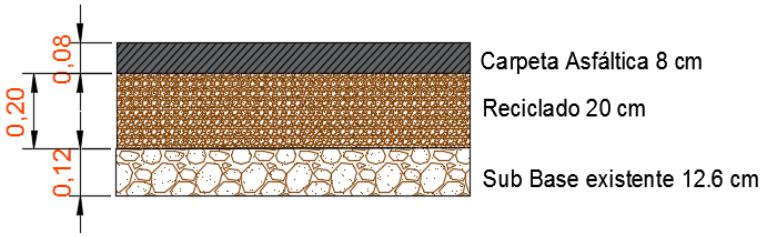
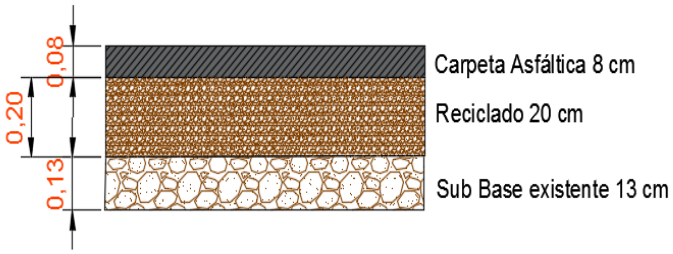
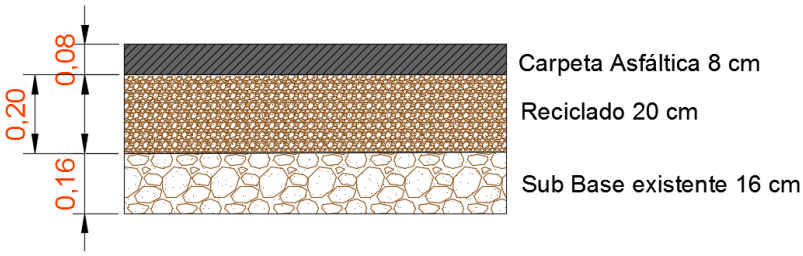
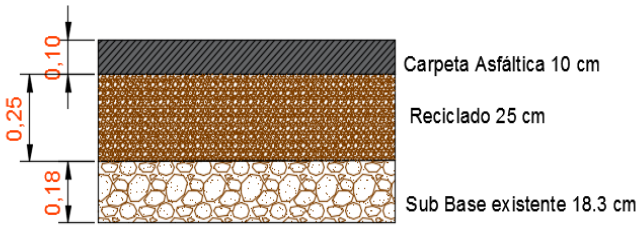
SECTOR	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	ESQUEMA DE SECCIÓN
3	316+255	340+758	
4	340+758	352+501	
5	352+501	360+500	
6	360+500	362+507	
7	362+507	363+900	

Tabla 5-18 Perfiles de Pavimento y Reciclado para sectores del Sub Tramo II

De igual manera se realizó el cálculo de los espesores en los sitios críticos, en cada uno de estos se tiene el detalle del paquete estructura que se tendrá en los tramos que están comprendidos en un sitio crítico.

5.5.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realiza el reacondicionamiento del pavimento actual del tramo carretero entre Comarapa y La Angostura mediante reciclado con cemento y la posterior adición de una capa de concreto asfáltico modificado con polímeros. Este procedimiento se ha definido como el más conveniente desde el punto de vista técnico-económico para las solicitaciones de vehículos, carga, efectos medioambientales y a las propias actuales condiciones de la carretera y de acuerdo a la corrida del software HDM-4.

El sector de la berma actual también deberá ser reciclado con este procedimiento, siendo necesaria la incorporación de material granular adicional para igualar en altura al sector de la calzada y tener una resistencia comparable previo retiro de material vegetal que este sector pueda contener. El objetivo que se persigue es el de reciclar conjuntamente la berma de tal manera que se conforme una adecuada unión entre este elemento y la calzada.

En todos los sectores analizados con la información del estudio de deflectometría con el FWD se han encontrado deflexiones y radios de curvatura muy variables. Este aspecto indica que el pavimento en las actuales circunstancias y en general es insuficiente, que las capas superiores e inferiores no cumplen con la calidad debida, lo que podría haber sido motivado por la edad de la estructura e influencia del drenaje. Ante esta situación se justifica la alternativa de reciclar con cemento las capas superiores del pavimento y de esta manera restablecer la capacidad resistente de la nueva capa base sobre la que se colocará el concreto asfáltico modificado con polímeros.

El reciclado con cemento es una opción que permite lograr importantes ahorros en el transporte de materiales, dadas las considerables distancias desde los bancos de préstamo hasta el centro de gravedad de este proyecto y además porque permite reutilizar los materiales que conforman la actual estructura sin necesidad de desperdiciarlos. De la misma manera, al considerar esta alternativa de reciclado se conserva la rasante del proyecto no teniendo que alterarse el encuentro con las estructuras fijas de puentes y otros. Este aspecto ha redundado notablemente en el análisis de costos efectuado llevando a que esta alternativa sea la más conveniente desde el punto de vista técnico-económico

5.6. HIDROLOGÍA Y DRENAJE

5.6.1. PROBLEMAS DE DRENAJE EXISTENTE.

Durante la realización de la evaluación de las obras existentes, se detectó diversos problemas de carácter general, es decir que estaban presentes en gran parte de las obras y distribuidas a lo largo de todo el tramo. Para la caracterización de estos problemas, se diferenciaron las obras del drenaje transversal y longitudinal.

5.6.1.1. PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL SISTEMA DE DRENAJE TRANSVERSAL.

La mayoría de las obras de drenaje que se encuentran en el tramo Comarapa-La Angostura, son tuberías metálicas tipo ARMCO tuberías metálicas corrugadas, armadas con pernos y revestidas de hormigón simple en su solera con el propósito de incrementar su tiempo de vida, ya que en muchos casos se ha perdido casi toda la base de la alcantarilla.

Los principales problemas que se encontraron en las alcantarillas inventariadas son:

a) Deterioro en el revestimiento de la solera
b) Socavación bajo el conducto de la alcantarilla
c) Socavación aguas debajo de la obra
d) Perdida del cabezal y aleros
e) Obstrucción por material de arrastre
f) Usos alternativos al paso de agua por la alcantarilla
g) Hundimiento de la alcantarilla
h) Reducción de la Sección hidráulica

5.6.1.2. PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL SISTEMA DE DRENAJE LONGITUDINAL.

El sistema de drenaje longitudinal actual del tramo Comarapa – La Angostura, presenta muchas deficiencias, con el pasar de los años existen tramos en los cuales la cuneta ha desaparecido por completo, hay otros en los cuales las cunetas se mantienen pero requieren de algún tipo de mantenimiento, y en menor longitud existen algunos tramos donde las cunetas son nuevas y están en buenas condiciones.

Los principales problemas encontrados son:

a) Ausencia de cunetas de corte
b) Cunetas de corte que requieren mantenimiento
c) Ausencia de bordillo tipo cuneta
d) Ausencia de zanjas de coronación

5.6.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO.

En este capítulo, se ha descrito y reflejado los resultados de todos los emprendimientos que se realizaron en campo y gabinete, que permitieran definir las características hidrológicas de la zona de estudio.

En base a los datos hidrológicos, se ha definido la magnitud de las estructuras que compondrán la solución particular de cada obra. Dichas soluciones (diseños) se incluyen en un acápite de Capitulo de Hidráulica.

5.6.2.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO.

El proceso de cálculo de curvas IDF y caudales, inicia con la recopilación de información pluviométrica disponible en la zona por donde atraviesa la carretera, otro insumo importante en el proceso de cálculo, son los resultados de la campaña de inventariación vial de obras de drenaje, con la información pluviométrica obtenida de los servidores del SENAMHI, se efectuó el análisis estadístico, y luego se seleccionó las estaciones con las cuales se trabajará, los parámetros morfométricos de las cuencas fueron obtenidos dentro un entorno de Sistema de Información Geográfico (SIG) basado en un Modelo Digital de Elevaciones (DEM), que luego con la ayuda de las cartas topográficas e imágenes satelitales se ajustaron, de la misma manera se obtuvo los valores de los coeficientes de escorrentía para cada una de las cuencas, considerando factores como: el relieve de la zona, capacidad de infiltración, cobertura vegetal y almacenamiento superficial.

Una vez que los datos obtenidos fueron sistematizados, se procedió a la estimación del caudal a través de métodos indirectos para la transformación de la precipitación en escorrentía para cada una de las cuencas menores (alcantarillas).

5.6.2.2. PERIODOS DE RETORNO PARA DISEÑO DE OBRAS.

Para cada tipo de estructura el período de retorno o probabilidad de excedencia que se utilizará para el diseño se define en función a un riesgo aceptable y a la vida útil. Ya existen estándares aplicables a carreteras importantes como la que se encuentra en estudio. En el estudio se emplearán los periodos de retorno establecidos en el Manual de Carreteras de la ABC.

Tabla 5-19 Periodos de retorno para diseño

Tipo de Obra	Periodo de Retorno (T años)		Vida Útil (n años)	Riesgo de falla (%)	
	Diseño	Verificación		Diseño	Verificación
Puentes y Viaductos	200	300	50	22	15
Alcantarillas (S >1.75 m2) o HTerrap>= 10m y Estructuras Enterradas Pluvial	100	150	50	40	28
Alcantarillas (S<1.75 m2)	50	100	50	64	40
Drenaje de la Plataforma	10	25	10	65	34

Tipo de Obra	Periodo de Retorno (T años)		Vida Útil (n años)	Riesgo de falla (%)	
	Diseño	Verificación		Diseño	Verificación
Defensa de Riberas	100	-	20	18	-

En el caso de Viaductos, el cálculo de caudales en crecida está destinado a calcular la socavación en las fundaciones de las Pilas. Iguales T se empleará para el cálculo de socavaciones en puentes.

Para la etapa de diseño de puentes y defensas de ribera, la revancha mínima asociada a la cota de aguas máximas para el periodo de retorno de diseño deber ser de 1.0 [m].

Para la verificación hidráulica de Puentes se considerará que la revancha asociada a la cota de aguas máximas para el periodo de retorno de verificación puede reducirse a 0.30 [m].

5.6.3. ESTUDIO HIDRÁULICO.

5.6.3.1. INTRODUCCIÓN.

En el tramo vial La Angostura – Comarapa, existen aproximadamente 1020 alcantarillas, también se cuenta con un sistema de drenaje longitudinal constituido básicamente por cunetas de corte que en algunos sectores está en buen estado pero en otros no existe o no están trabajando; también se tiene 27 puentes en funcionamiento.

Por otro lado en todo el proyecto se tiene 20 sitios críticos y 51 sectores que requieren Obras Complementarias (OCS) y 18 lugares que requieren obras complementarias de drenaje (especificas).

5.6.3.2. DRENAJE DE OBRAS MENORES.

Se consideran obras de arte menor al drenaje transversal y longitudinal de una carretera. El drenaje menor corresponde al conjunto de obras complementarias de igual importancia para la vida útil de una vía, en este grupo se encuentran las alcantarillas con ancho o diámetro variable.

Con base en la determinación de características morfométricas de cada cuenca y la topografía proporcionada por los especialistas, se aplica los modelos matemáticos para la determinación de los caudales de diseño. Con el caudal de diseño se analiza las características hidráulicas para el caudal respectivo de cada uno de los cruces en todo el tramo.

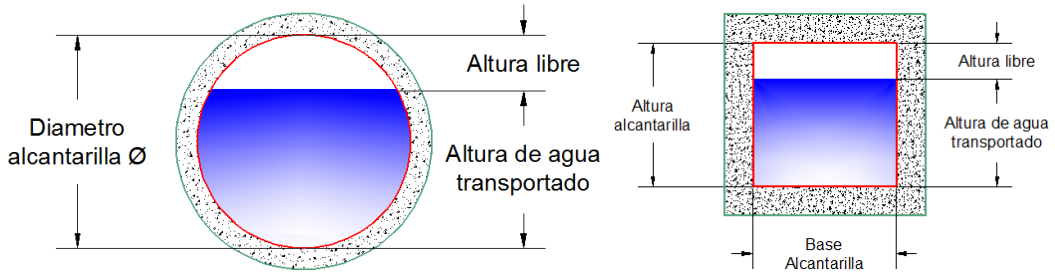
5.6.3.2.1. DRENAJE TRANSVERSAL.

ALCANTARILLAS.

Para el dimensionamiento de las alcantarillas nuevas en la carretera La Angostura - Comarapa se consideró caudales con un periodo de retorno de 50 años para el diseño y 100 años para la verificación.

Para los lugares de paso se emplean alcantarillas con diámetros de acuerdo a requerimiento de la cuenca. También se diseñaron alcantarillas tipo cajón, sobre todo en los sectores donde existe poca o mucha tapada. Dependiendo del lugar a emplazarse. Las alcantarillas nuevas a emplazarse consideraran si así se requiere el esviaje correspondiente y la tapada para el cálculo estructural de la alcantarilla.

Imagen 5-2 Detalle esquemático de alcantarillas nuevas



De acuerdo a la sub división de tramos, las alcantarillas se agruparon de acuerdo a los cuatro tramos, en la siguiente tabla se presenta un detalle de las alcantarillas que están incluidas en cada tramo.

Tabla 5-20 Cantidad de Alcantarillas por Tramo para tdo el Proyecto

Nº Tramo	Progresivas	De la Alc	A la Alc.	Total Alc.
Tramo I	260+750 a 313+650	A-0001	A-0308	309
Tramo II	313+650 a 363+900	A-0309	A-0505	206
Tramo III	363+900 a 422+100	A-0506	A-0874	369
Tramo IV	422+100 a 442+901	A-0875	A-1009	136
Total Proyecto				**1020**

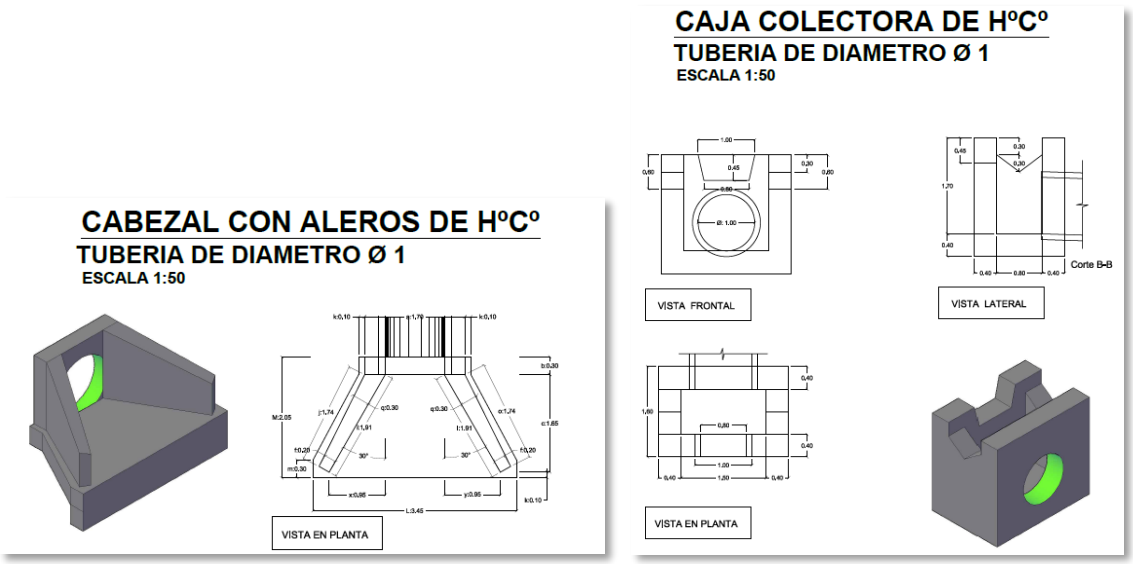
Del total de alcantarillas consideradas en el inventario que son 1020, el 20% se encuentran en condiciones deficientes y deben ser *CAMBIADAS*, y las que se encuentran en condición aceptable *SE MANTIENEN* pero requieren de obras complementarias para prolongar su tiempo de vida.

Tabla 5-21 Resumen Secciones hidraulicas nuevas para las Alcant. que deben cambiarse ***Tramo-1***

Nº Tramo	Cambio	Se mantiene	Total Alc.
Tramo 1	69	240	309
Tramo 2	45	161	206
Tramo 3	90	279	369
Tramo 4	29	107	136
Sub Total	233	787	-
Total Proyecto		1020	

También en el nuevo diseño se considerarán obras de ingreso y salida para proteger la alcantarilla de la colmatación por material de arrastre y minorar los efectos de socavación a la salida.

Imagen 5-3 Detalle esquemático de los cabezales y la caja colectora



MUROS TRANSVERSALES

En el caso de cauces marcadamente torrenciales, en que la tensión tractiva de las aguas de descarga supera habitualmente la capacidad de resistencia del contorno, definida por la tensión crítica de sus materiales, por tanto el fenómeno aparece generalizado, con el descenso progresivo de los lechos, el transporte masivo de materiales en forma de acarreos, la erosión de márgenes y la desestabilización de los macizos adyacentes, el tipo de estructuras que ofrece la solución más simple y eficaz son las obras transversales al eje del torrente en forma de diques de consolidación.

5.6.3.2.2. DRENAJE LONGITUDINAL

En este acápite se introducen los conceptos y el análisis de obras hidráulicas del drenaje longitudinal, las que conjuntamente con alcantarillas y puentes, constituyen las vías de desagüe de la carretera.

CUNETAS

En el caso de cunetas para el tramo carretero La Angostura - Comarapa por las condiciones del suelo se ha determinado optar por cuneta trapezoidal con revestimiento.

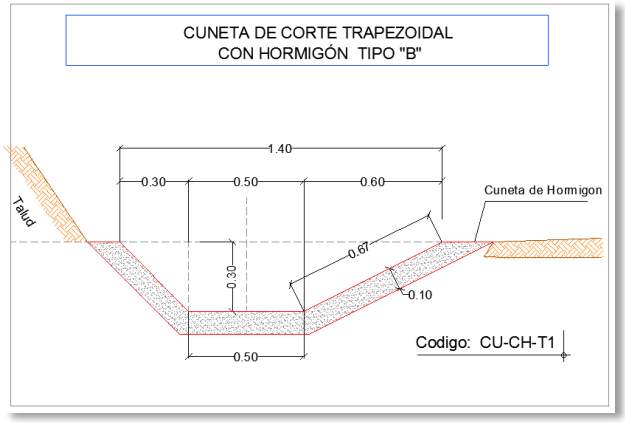


Imagen 5-4 Cuneta en corte tipo trapezoidal

Con los valores de duración de lluvia y para un período de retorno de 10 años se procede a calcular la intensidad de lluvia. Posteriormente con los valores de Intensidad, área y coeficiente de escorrentía se calcula el caudal con la fórmula racional. Y para un periodo de retorno de 25 años se verifica si la sección cumple para drenar el caudal de 25 años.

CUNETAS DE BANQUINA

En los lugares de corte donde se están construyendo banquinas, también se tienen proyectadas cunetas para drenar el agua hasta las alcantarillas o quebradas próximas. También se ha previsto la reconstrucción de las bajantes de cuneta de banquina, porque están dañadas o en ciertos sectores no existe y se observa en el terreno que si precisa una bajante.

En el **Tramo III**, solo se tiene cunetas de banquina revestidas en la solución que se implementará en los Sitios Críticos.

ZANJAS DE CORONACIÓN

Con este nombre se designan los canales de conducción de las aguas que escurren contiguas y paralelas a la plataforma, denominadas como zanjas de coronamiento que interceptan el flujo lateral en taludes. Por las condiciones locales del suelo en las laderas contiguas a la plataforma, estas zanjas serán revestidas para proteger los taludes a efectos de la erosión y permitir la conducción del agua de forma segura y controlada hacia la quebrada más cercana.

CUNETAS TIPO BORDILLO

En sectores de curvas se han diseñado unos bordillos para que el agua escurra hasta una alcantarilla o bajante y no sature el terraplén y o erosione los taludes llegando a producirse deslizamientos y comprometiendo la plataforma.

SUBDRENES LONGITUDINALES

Al colocar un subdren se está colocando un punto de presión atmosférica dentro de una masa de suelo con agua a una presión superior. El efecto inmediato es la generación de un flujo de agua hacia el dren debido a la diferencia de cabeza hidrostática.

El subdren longitudinal debe estar alineando con el eje de la base de la cuneta.

BAJANTES.

La finalidad de las bajantes es proteger contra la erosión los taludes de terraplenes y cortes, transfiriendo a cauces ubicados al pie de estos taludes las aguas recogidas por los canales laterales e interceptores. La ubicación de cada bajante determina su geometría.

5.6.4. PUENTES – EVALUACIÓN HIDRÁULICA

Se evaluaron los tres puentes existentes en el Sub Tramo IV: Bermejo - La Angostura. Muchos de ellos se encuentran funcionando adecuadamente desde un punto de vista hidráulico. El puente Km 70 presenta un muro transversal aguas abajo del puente. Cuya finalidad es mantener la cota del lecho y así evitar que los estribos se descalcen.

A excepción del puente Playón que aparentemente tiene problemas sobre todo estructurales, en los demás puentes las intervenciones serán sobre todo de mantenimiento y complementación con elementos que resguarden la vida útil de la plataforma.

Dentro del drenaje mayor se tienen los puentes, y se tienen mayores detalles de su mantenimiento en el acápite de Estructuras. Sin embargo se realizó los estudios necesarios para determinar los niveles de agua máximos y otros parámetros hidráulicos en base a los cuales se determinaran valores de socavación. De este modo se identifican los sectores que ameritan atención.

5.6.4.1. DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA A CAUSA DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO

A consecuencia del arrastre de material y que luego es depositado se observa que en algunos puentes el agua solo fluye por un vano, cuando se tratan de puentes de más de un tramo. Este hecho hace que la estructura este propensa a sufrir una socavación general del cauce por la elevación de las velocidades del agua, el incremento de la pendiente hidráulica y de la línea de energía, que conducen a un incremento proporcional de la fuerza tractiva y por lo tanto de la capacidad de transporte de sedimentos.

La socavación transversal, se produce por la reducción de la sección del cauce por el emplazamiento del puente, por sus obras de acceso, pilas y estribos, que ocasionan una disminución de la sección, lo cual a su vez conduce a un incremento en la velocidad media del flujo y por ende, la capacidad de erosión potencial.

5.6.5. OBRAS DE PROTECCIÓN EN PUENTES

En base a la evaluación de campo, la cual se complementó con los resultados de los estudios hidrológicos e hidráulicos, se definieron obras complementarias para cada uno de los puentes.

Tabla 5-22 Actividades a realizarse por cada Puente

Código	Nombre	Detalle	Fotografía
P-014	Mairana	Se propone una limpieza y encauce del material depósitado en el lecho. El puente existente será remplazado por uno nuevo de un solo tramo.Se mantendrá la cota de la rasante, pero las fundaciones del puente consideraran el nivel del lecho aguas abajo del puente.	
P-015	El Fuerte	En la solera debajo del puente existe un revestimiento. Se propone reparar la misma capa existente.	
P-016	Cuevas I	Realizar una limpieza y encauce del material que está depositado en el lecho. Un emboquillado de las paredes de los estribos.	

Código	Nombre	Detalle	Fotografía
P-017	Cuevas II	Realizar una limpieza y encauce del material que está bajo el viaducto. Incluso crecieron árboles en el mismo lecho, deben ser limpiados.	
P-018	La Coca	Realizar una limpieza y encauce del material que está bajo el viaducto. Calzar el muro transversal con hormigón ciclópeo. Construir unos muros laterales de gavión, a fin de proteger las riberas, y encauzar el agua hacia el centro.	
P-019	La Negra	Este puente está emplazado en un sector angosto, y fundado sobre roca, como se aprecia en la fotografía.	
P-020	Los Cruces	Realizar una limpieza y encauce del material que está bajo el puente, acomodar los bolones de piedra a manera de escollerado.	

Código	Nombre	Detalle	Fotografía
P-021	La Negra I	Realizar una limpieza y encauce del material que está bajo el puente, acomodar los bolones de piedra a manera de escollerado y protección a la pila.	
P-022	La Negra II	Este puente es relativamente nuevo. Construido para evadir un tramo de continuo deslizamiento. Las pilas están fundadas fuera del margen del río.	
P-023	Bermejo Chico	Realizar una limpieza y encauce del material que está aguas arriba y bajo el puente. Aguas abajo existe un muro transversal, el mismo se encuentra deteriorado. Se propone construir otro muro a unos metros del anterior. Además construir unos muros de gaviones a continuación de los aleros de los estribos del puente. Así el agua será encauzada hacia el centro del lecho.	
P-024	Colorado	Realizar una limpieza y encauce del material depositado en el lecho. Construir un collarín a manera de protección a la pila del puente.	

Las obras complementarias diseñadas son en su mayoría limpieza de lecho, protecciones de los muros a efectos de la socavación, muros de encauce y emboquillados de los estribos. En tal sentido se tienen diseñadas unas fichas, en las mismas se cuenta con fotografías del puente a tratarse y los problemas que presenta desde un punto de vista hidráulico.

5.7. DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS

La vía La Angostura – Comarapa en el tramo: Mairana – Bermejo cuenta con 190 muros, de diferentes materiales, estados los cuales se desglosan en el anexo 7.2.

Además requiere la construcción de nuevos muros con el fin de contener el terreno en diferentes lugares.

5.7.1. DISEÑO DE OBRAS – MUROS NUEVOS

Se contemplaran dentro del proyecto muros intervenidos y muros nuevos, el diseño de obras muros de contención de hormigón ciclópeo, hormigón armado y gavión para estabilizar el talud en diferentes sectores de la carretera, cuya ubicación se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 5-23 Ubicación de los Muros Nuevos

Código	Tramo		Tipología	Descripción Tipo	Altura de muro	Longitud
	de	a				
MN3-1	364+700	364+790	HºAº	III	1.50	90.00
MN3-2	367+640	367+650	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-3	368+150	368+170	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-4	368+600	368+610	HºAº	VIII	4.00	10.00
MN3-5	368+610	368+620	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-6	368+720	368+730	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-7	368+930	368+940	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-8	369+330	369+340	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-9	369+410	369+435	HºCº	I	1.60	25.00
MN3-10	369+810	369+820	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-11	370+080	370+090	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-12	370+100	370+110	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-13	370+110	370+120	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-14	370+570	370+590	HºAº	IV	2.00	20.00
MN3-15	370+590	370+600	HºAº	III	1.50	10.00
OE8-10	370+818	370+828	HºAº	VI	3.00	10.00
MN3-16	370+900	370+910	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-17	371+420	371+430	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-18	371+625	371+645	GAVIÓN	XI	2.00	20.00
MN3-19	372+120	372+150	GAVIÓN	XI	2.00	30.00
MN3-20	372+339	372+389	HºCº	I	1.60	50.00
OE8-27	372+548	372+609	HºCº	I	1.60	60.70
MN3-21	372+880	372+890	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-22	373+180	373+200	HºAº	IV	2.00	20.00
MN3-23	373+200	373+210	HºAº	VI	3.00	10.00

Código	Tramo		Tipología	Descripción Tipo	Altura de muro	Longitud
	de	a				
MN3-24	373+220	373+230	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-25	373+339	373+364	HºCº	I	1.60	25.00
MN3-26	373+540	373+550	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-27	373+640	373+660	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-28	373+660	373+670	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-29	373+795	373+810	HºCº	I	1.60	15.00
MN3-30	374+240	374+280	HºAº	III	1.50	40.00
MN3-31	374+360	374+390	HºAº	III	1.50	30.00
MN3-32	374+400	374+410	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-33	374+480	374+495	GAVIÓN	XI	2.00	15.00
MN3-34	374+500	374+510	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-35	374+730	374+740	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-36	374+840	374+850	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-37	375+180	375+200	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-38	375+310	375+320	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-39	375+360	375+380	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-40	375+980	375+990	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-41	375+990	376+010	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-42	376+100	376+110	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-43	376+120	376+130	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-44	376+230	376+240	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-45	376+300	376+310	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-46	376+420	376+440	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-47	376+850	376+860	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-48	377+000	377+030	HºAº	III	1.50	30.00
MN3-49	377+180	377+190	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-50	377+190	377+210	HºAº	IV	2.00	20.00
MN3-51	377+520	377+530	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-52	377+660	377+670	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-53	377+720	377+730	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-54	377+750	377+760	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-55	378+010	378+020	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-56	378+020	378+030	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-57	378+380	378+390	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-58	378+850	378+860	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-59	379+090	379+100	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-60	379+300	379+310	HºAº	VI	3.00	10.00
MN3-61	380+700	380+720	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-62	381+110	381+120	HºAº	III	1.50	10.00

Código	Tramo		Tipología	Descripción Tipo	Altura de muro	Longitud
	de	a				
MN3-63	381+340	381+350	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-64	381+520	381+540	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-65	381+600	381+620	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-66	381+890	381+900	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-67	382+160	382+170	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-68	382+170	382+180	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-69	383+170	383+180	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-70	383+660	383+670	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-71	383+750	383+760	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-72	384+910	384+920	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-73	384+920	384+930	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-74	384+930	384+940	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-75	385+590	385+600	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-76	385+990	386+000	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-77	386+000	386+010	HºAº	VIII	4.00	10.00
MN3-78	386+120	386+130	HºAº	VI	3.00	10.00
MN3-79	386+600	386+610	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-80	387+760	387+770	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-81	387+910	387+920	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-82	387+930	387+950	HºAº	V	2.50	20.00
MN3-83	387+950	388+030	HºAº	III	1.50	80.00
MN3-84	387+920	387+960	HºAº	III	1.50	40.00
MN3-85	388+040	388+080	HºAº	III	1.50	40.00
MN3-86	388+070	388+080	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-87	388+240	388+270	HºAº	IV	2.00	30.00
MN3-88	388+290	388+300	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-89	388+300	388+320	HºAº	IV	2.00	20.00
MN3-90	388+320	388+330	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-91	388+470	388+480	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-92	388+740	388+760	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-93	389+000	389+010	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-94	389+130	389+140	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-95	389+320	389+330	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-96	390+830	390+840	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-97	390+900	390+910	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-98	390+910	390+920	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-99	390+920	390+930	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-100	391+420	391+430	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-101	391+740	391+750	HºAº	IV	2.00	10.00

Código	Tramo		Tipología	Descripción Tipo	Altura de muro	Longitud
	de	a				
MN3-102	391+740	391+750	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-103	392+140	392+150	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-104	392+220	392+230	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-105	392+620	392+640	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-106	393+820	393+830	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-107	394+470	394+480	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-108	395+270	395+280	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-109	395+270	395+280	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-110	395+440	395+460	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-111	395+440	395+460	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-112	395+600	395+620	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-113	395+720	395+730	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-114	395+740	395+750	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-115	396+040	396+050	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-116	396+050	396+070	HºAº	IV	2.00	20.00
MN3-117	396+070	396+080	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-118	396+100	396+110	HºAº	VII	3.50	10.00
MN3-119	396+190	396+210	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-120	396+480	396+490	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-121	396+490	396+500	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-122	396+520	396+530	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-123	396+730	396+740	HºAº	VIII	4.00	10.00
MN3-124	396+740	396+750	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-125	396+750	396+760	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-126	396+770	396+780	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-127	396+780	396+790	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-128	396+790	396+800	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-129	396+980	396+990	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-130	397+170	397+180	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-131	397+220	397+230	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-132	397+230	397+240	HºAº	VII	3.50	10.00
MN3-133	397+240	397+250	HºAº	IV	2.00	10.00
OE9-55	397+980	398+000	HºAº	X	3.00	20.00
MN3-134	398+010	398+020	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-135	399+250	399+260	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-136	399+250	399+260	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-137	400+620	400+630	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-138	400+630	400+640	HºAº	IV	2.00	10.00
OE10-8	402+338	402+344	HºAº	III	1.50	6.20

Código	Tramo		Tipología	Descripción Tipo	Altura de muro	Longitud
	de	a				
MN3-139	402+410	402+420	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-140	402+410	402+420	HºAº	III	1.50	10.00
OE10-16	403+097	403+124	HºCº	I	1.60	26.80
MN3-141	403+330	403+350	HºAº	III	1.50	20.00
MN3-142	403+620	403+630	HºAº	VII	3.50	10.00
MN3-143	403+630	403+640	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-144	404+210	404+220	HºAº	V	2.50	10.00
MN3-145	404+230	404+240	HºAº	VI	3.00	10.00
MN3-146	404+240	404+250	HºAº	IX	5.00	10.00
MN3-147	404+230	404+260	HºAº	IV	2.00	30.00
MN3-148	404+370	404+390	GAVIÓN	XI	2.00	20.00
OE10-40	406+255	406+279	HºAº	III	1.50	24.00
MN3-149	404+370	404+390	GAVIÓN	XI	2.00	20.00
OE10-54	407+912	407+921	HºAº	IV	2.00	9.20
MN3-150	407+920	407+930	GAVIÓN	XI	2.00	10.00
OE10-63	408+265	408+277	HºAº	IV	2.00	12.00
MN3-151	408+610	408+630	HºAº	V	2.50	20.00
MN3-152	408+630	408+640	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-153	408+640	408+650	HºAº	III	1.50	10.00
OE10-67	408+917	408+945	HºCº	II	2.00	28.00
OE10-68	408+945	408+956	HºCº	I	1.60	10.80
MN3-154	411+720	411+730	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-155	413+410	413+420	HºAº	VI	3.00	10.00
MN3-156	413+420	413+430	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-157	414+650	414+665	HºCº	I	1.60	15.00
MN3-158	415+310	415+320	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-159	415+330	415+340	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-160	415+340	415+380	HºAº	V	2.50	40.00
MN3-161	415+380	415+390	HºAº	III	1.50	10.00
MN3-162	416+080	416+090	HºCº	I	1.60	10.00
MN3-163	417+600	417+615	HºCº	II	2.00	15.00
OE10-124	417+709	417+718	HºAº	IV	2.00	9.00
MN3-164	419+140	419+150	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-165	419+150	419+160	HºAº	VII	3.50	10.00
MN3-166	419+682	419+707	GAVIÓN	XI	2.00	25.00
MN3-167	420+334	420+349	HºCº	II	2.00	15.00
MN3-168	420+920	420+930	HºAº	VII	3.50	10.00
MN3-169	421+200	421+220	HºAº	VI	3.00	20.00
MN3-170	421+220	421+230	HºAº	V	2.50	10.00

Código	Tramo		Tipología	Descripción Tipo	Altura de muro	Longitud
	de	a				
MN3-171	421+710	421+720	HºAº	IV	2.00	10.00
MN3-172	421+720	421+730	HºAº	VI	3.00	10.00
MN3-173	421+730	421+740	HºAº	III	1.50	10.00

5.7.1.1. MATERIALES

- Hormigón ciclópeo: 16 MPa.
- Hormigón armado: 21 MPa.
- Acero estructural: 420 MPa.
- Peso específico de la piedra: 23.00 kN/m^3
- Peso específico del hormigón ciclópeo: 23.563 kN/m^3
- Peso específico del hormigón armado: 25.0 kN/m^3

5.8. DISEÑO DEL MANTENIMIENTO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS

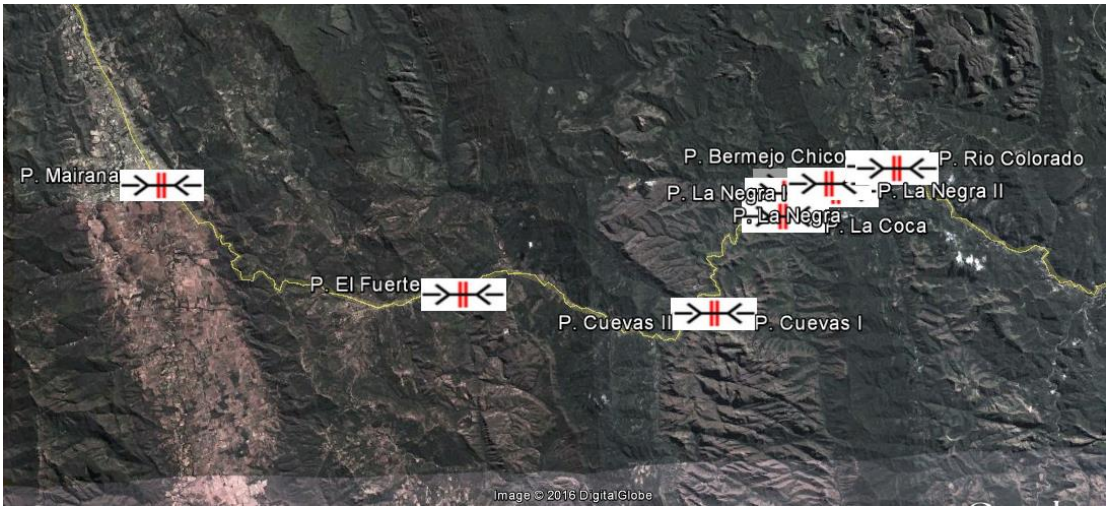
5.8.1. GENERALIDADES.

A continuación presentamos una tabla resumen con datos generales de los puentes encontrados en el Tramo III del proyecto “Mairana – Bermejo”

Tabla 5-24 Tabla Resumen de los puentes del Tramo III

Código	Nombre	Progresiva	Nº de Tramos	Long. Tramo Mayor	Long. Total	Nº de Carriles	Ancho de Calzada	Ancho de Acera
P-014	Mairana	365+210	2	9.10	9.10	2	8.9	0
P-015	El Fuerte	385+890	1	7.50	7.50	2	8.8	0
P-016	Cuevas I	401+480	1	8.35	8.35	2	8	0
P-017	Cuevas II	401+580	1	10.55	10.55	2	8	0.6
P-018	La Coca	413+030	1	19.95	19.95	2	8	0.6
P-019	La Negra	414+310	1	17.25	17.25	2	6.9	0
P-020	Los Cruces	414+900	1	14.35	14.35	2	8	0.6
P-021	La Negra I	416+630	3	60.00	109.30	2	8	1
P-022	La Negra II	417+160	3	80.00	124.00	2	8	1
P-023	Bermejo Chico	420+270	1	10.50	10.50	2	8	0.6
P-024	Rio Colorado	420+740	2	12.50	25.00	2	7	0

Imagen 5-5 Imagen Satelital de la Ubicación de los Puentes.



5.9. DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE PEAJE

5.9.1. INTRODUCCIÓN

En la Población de Samaipata se encuentra un peaje en un sector con considerable deterioro en la plataforma de rodadura, el cual no cumple con las nuevas especificaciones establecidas en el manual de estaciones de peajes de la ABC, además que la estructura existente esta considerablemente deteriorada.

Tomando en cuenta los estudios realizados en la zona, pero principalmente considerando que la Región del Tramo en Estudio es considerada como un sector con un potencial Turístico grande, que abarca las zonas de Samaipata, Cuevas, Saipina, Yunga y el ingreso para el parque Amboro. Además cabe recalcar que también esta zona posee un transporte interurbano entre las poblaciones de Samaipata y Los Negros con la ciudad de Santa Cruz que es atendido por el servicio principalmente de Surubí. Es por estas razones que el Consultor ve conveniente confirmar la ubicación del Peaje, y además recomienda la instalación de la estación de peaje con 3 carriles (2 carriles de cobro en el Sentido de La Angostura – Comarapa y el tercer carril será de paso en el sentido de Comarapa – La Angostura), esto con el fin de evitar que se formen colas los días en los cuales se producen ingresos a los lugares turísticos.

5.9.2. UBICACIÓN

La ubicación del peaje estará entre las progresivas 379+350 a 379+650, y con las siguientes coordenadas geográficas de referencia 406772.16 E y 7990586.59 S. En la siguiente figura se muestra la implantación de la Estación de Peaje.

Imagen 5-6 Ubicación del Peaje de Samaipata

5.10. SEÑALIZACIÓN VIAL Y SEGURIDAD VIAL

5.10.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Por tratarse de un plan de mantenimiento, el diseño de la señalización vertical abarcará una evaluación individual de cada uno de los elementos que conforman las señalizaciones verticales, con el fin de decidir cuáles deben ser reemplazadas o reparadas.

Pese a lo que denota el inventario vial realizado muchas de estas señales aun en uso, han perdido su reflectancia nocturna este aspecto es fundamental para la seguridad del usuario y la prevención de accidentes. Por otro lado los soportes de hormigón presentan rigidez, lo que implica un riesgo para el conductor si se suscita cualquier tipo de contingencia que ocasione el colapso eminente a la señal implantada, los soportes deben presentar ductilidad, con fundaciones adecuadas que permitan el desalojo directo al recibir un choque directo.

Producto de esa evaluación a continuación se muestra una tabla resumen de señalizaciones verticales que deben ser ejecutadas sobre el tramo.

Tabla 5-25 Resumen Señales Verticales

DESCRIPCION DEL ITEM	UNIDAD.	CANTIDAD
SEÑALES REGLAMENTARIAS	PZA	**151**
SEÑALES PREVENTIVAS	PZA	**136**
SEÑALES DE INFORMACIÓN DESTINO / LOCALIDAD		
SEÑAL INFORMATIVA DE PRESEÑALIZACIÓN	M2	**2.57**
SEÑAL INFORMATIVA DE DIRECCIÓN	M2	**0.00**
SEÑAL INFORMATIVA DE CONFIRMACIÓN	M2	**7.13**
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACIÓN VIAL	M2	**0.48**
SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA DE RUTA		
SEÑAL INFORMATIVA DE LOCALIZACIÓN	PZA	**16**
SEÑAL INFORMATIVA DE SERVICIO	PZA	**8**
SEÑAL INFORMATIVA OTRAS	PZA	**35**
SUSTENTACIÓN PARA SEÑALES		
POSTES DE SEÑALIZACION	PZA	**385**

5.10.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

La señalización horizontal comprende las líneas pintadas sobre el pavimento, tanto las laterales continuas como las centrales continuas (cuando se prohíbe el adelanto de vehículo por falta de visibilidad) y las centrales discontinuas, que muestran zonas que sí permiten el adelantamiento a vehículos más lentos. Las líneas laterales son de color blanco y las centrales son de color amarillo y ambas líneas tienen un ancho de 0.12 metros.

Tabla 5-26 Resumen Señales Horizontal

COLOR	UBICACIÓN	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION DEL ITEM	UNIDAD.	PARCIAL	PARCIAL+10%
AMARILLO	EJE DE VÍA		No Adelantar ambos Sentidos	ML	17274.87	**19002.36**
			No Adelantar Carril Derecho	ML	6493.09	**7142.40**
			No Adelantar Carril Izquierdo	ML	5246.01	**5770.61**
BLANCA	EJE DE VÍA		Adelantamiento permitido	ML	43732.78	**48106.05**
BLANCA	BORDES		Línea continua	ML	116479.52	**128127.47**
				TOTAL	189226.27	**208148.89**

5.10.3. SEGURIDAD VIAL

5.10.3.1. TACHAS REFLECTIVAS

Las tachas reflectivas (ojos de gato) son dispositivos para delimitación de carriles en las calzadas, con el objeto de ayudar a la percepción del conductor de los límites de la superficie de rodadura. Son señalizaciones especiales, que conforme al proyecto se emplearán tanto en el eje como en los bordes del tramo, con una separación de 8 metros una de otra, clasificándose en tachas reflectivas de borde y las tachas reflectivas de eje o centrales. Las tachas reflectivas (ojos de gato) son las más utilizadas principalmente en lugares donde las condiciones adversas del clima dificultan la visibilidad. En su colocación se debe tener un cuidado especial si es que la tacha es colocada fuera del marcado horizontal, puesto que si se pusiera dentro, se restaría el ancho de rodaje.

Tabla 5-27 Resumen de Tachas Reflectivas

COLOR	UBICACIÓN	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION DEL ITEM	UNIDAD.	PARCIAL	PARCIAL+5%
AMARILLA O ROJO	EJE DE VÍA		No Adelantar ambos Sentidos	PZA	1079	1132
			No Adelantar Carril Derecho	PZA	405	425
			No Adelantar Carril Izquierdo	PZA	327	343
			Adelantamiento permitido	PZA	5466	5739
BLANCA	BORDES		Línea continua	PZA	14558	15285
					TOTAL=	**22924**

TACHAS REFLECTIVAS CADA : 8.0 m.

5.10.3.2.SONORIZADORES

Un sonorizador es un dispositivo de concreto armado y corrugado, construido a nivel del suelo, que causa trepidación y ruido, lo cual eventualmente transmite a los ocupantes de los vehículos una pequeña molestia cuando sobrepasan la velocidad máxima permitida. Su función es inducir a los conductores a reducir la velocidad de operación en sitios en donde existen riesgos de accidentalidad. Deben ser complementados con la señalización vertical y horizontal correspondiente

Los sonorizadores pueden ser prefabricados o fabricados en el sitio.

Tabla 5-28 Resumen de Sonorizador

Nº	CÓDIGO	PROGRESIVA	AREA PIEZA (M2)	CANTIDAD PIEZA	AREA TOTAL (M2)	AREA TOTAL +5% (M2)
1	SN-1	364+000	13.5	5	67.5	70.875
2	SN-2	365+820	13.5	5	67.5	70.875
3	SN-3	380+050	13.5	5	67.5	70.875
4	SN-4	381+550	13.5	5	67.5	70.875
5	SN-5	422+180	13.5	5	67.5	70.875
			TOTAL PIEZA	**25**	**337.5**	**354.375**

5.10.3.3. BARRERAS DE SEGURIDAD

Con respecto a las defensas metálicas en el camino, presenta sectores que requieren un adecuado equipamiento de este tipo de dispositivos de seguridad vial, por tal razón la iniciativa planteada es el mantenimiento, reposición y nuevos dispositivos en el tramo.

El propósito de las barreras de seguridad es reducir la cantidad de muertes y lesiones provocadas por los accidentes mediante la disminución de la gravedad de los choques y embarrancamientos.

Tabla 5-29 Longitud de Barreras de Seguridad

LONGITUD TOTAL DE BARRERAS DE SEGURIDAD [M]	17988.00

5.10.3.4.RESUMEN SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

Tabla 5-30 Tabla Resumen Señalización y Seguridad Vial

DESCRIPCION DEL ITEM	UNIDAD.	TOTAL
SEÑALIZACION RECTRICTIVAS	PZA	151
SEÑALIZACION PREVENTIVA	PZA	136
SEÑALIZACION INFORMATIVA DE RUTA	PZA	51
SEÑALES DE INFORMACIÓN DESTINO / LOCALIDAD	M2	2.4
POSTES PARA SEÑALES - COLOCACIÓN	PZA	385
LINEA CONTINUA BLANCA	ML	176233.52
LINEA AMARILLA	ML	31915.37
TACHAS REFLECTIVAS (OJOS DE GATO)	PZA	22924
SEÑAL HORIZONTAL TIPO SONORIZADOR	PZA	25
BARRERAS METALICAS DE SEGURIDAD	ML	17988.0

5.11. PLAN DE CONSERVACIÓN

5.11.1. ELEMENTOS MANTENIBLES

Una carretera constituye un grupo de características que deliberadamente construidas forman un sistema armónico que exige ser conservado lo más cercano posible a las condiciones originales de construcción para preservar de esa manera las inversiones hechas en la construcción de tales obras.

Lo anterior puede lograrse solamente emprendiendo una serie de acciones tendientes a conseguir la Conservación de un determinado nivel de servicio. Dicho nivel de servicio se expresa en términos de las condiciones aceptables para los pavimentos, drenajes, taludes, estructuras, etc., en función de las unidades de trabajo requeridas para un determinado periodo, la calidad define el nivel de servicio de mantenimiento a ser proporcionado.

5.11.2. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA

La fuerte inversión que representa la construcción del proyecto en función del volumen de tráfico obliga a planificar los trabajos de mantenimiento, para garantizar que la inversión inicial se mantenga en el tiempo, optimizando los costos de explotación y alargando la vida, tanto del camino como de los vehículos usuarios.

Este plan busca que los trabajos requeridos se ejecuten oportunamente, con personal que cuente con la experiencia e idoneidad necesaria, y aquello depende que los gastos efectuados en la vida útil del Proyecto sean estrictamente los necesarios.

Una vez concluido el proyecto de la carretera al nivel del diseño final y determinados los volúmenes de obra, han podido definirse todos los aspectos y características de la carretera susceptibles de mantenimiento para estructurar el Inventario vial de Carreteras.

Con base en el Inventario Vial señalado, se programaron los niveles de mantenimiento requeridos por la carretera en función a la zona donde está emplazado el proyecto, el número de usuarios, el tipo de pavimento y la experiencia local. En función al Inventario Vial y los Niveles de Mantenimiento se obtuvieron las cargas de trabajo o volúmenes de obra para cada actividad considerada en el plan de mantenimiento.

Paralelamente se han obtenido Precios Unitarios tanto financieros como económicos de todas las actividades involucradas en los programas de mantenimiento, considerando que dichos trabajos serán efectuados por alguna empresa contratista local. Estos costos incluyen una estructura de empresa privada, aunque de menos porte que las empresas que estarán a cargo de la construcción del proyecto, porque los porcentajes de gastos generales y utilidades podrán ser más bajos que los de éstos.

A partir de los precios unitarios y las cargas de trabajos por año, se obtuvo el presupuesto anual de mantenimiento para todos los años de la vida útil del proyecto (20 años).

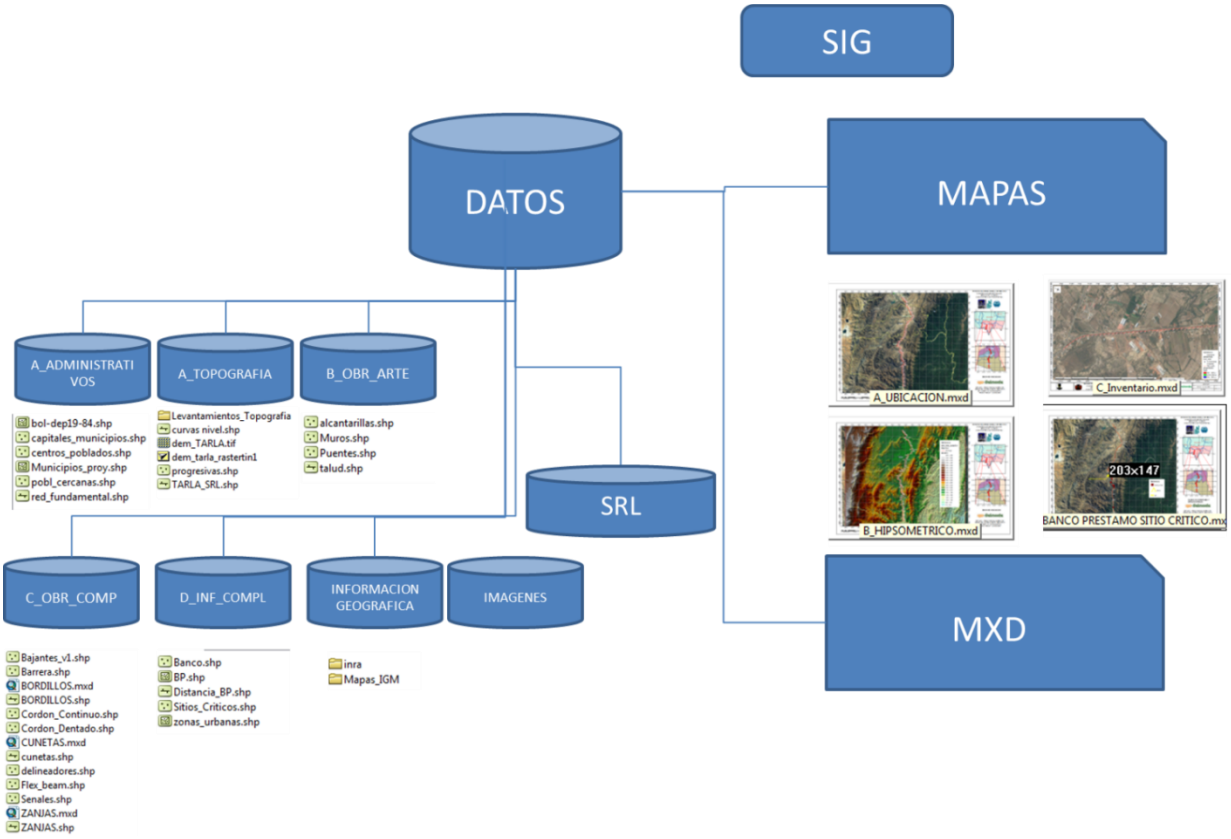
5.12. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO

5.12.1. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS GEOGRAFICA.

En el siguiente gráfico se muestra la estructura de la Base de Datos elaborada para poder atender los requerimientos de los términos de referencia de la ABC.

Al respecto es importante hacer notar que la estructura presentada corresponde a la ubicación en archivos de las diferentes coberturas espaciales y es una forma de administrar las bases de datos espaciales sin perder integridad en cuanto al gestor de Mapas en ArcGIS.

Imagen 5-7 Estructura de la Base de Datos Geográfica



5.13. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

5.13.1. INTRODUCCIÓN.

La preparación del presupuesto para el Estudio Integral Técnico, Social y Ambiental (TESA) Para el Diseño de Obras de Mantenimiento Periodo en la Red Vial Fundamental: Tramo III "Mairana - Bermejo", se realizó en base al estudio de precios unitarios, identificando los diferentes tipos de trabajo que se realizarán durante la construcción de la vía.

Con los cómputos métricos y los precios unitarios estimados, para la Etapa del Diseño de Obras de Mantenimiento se elaboró el presupuesto al que complementan los presupuestos estimados, específicos del plan de medidas de mitigación ambiental de la carretera y los servicios para la supervisión, y un porcentaje de imprevistos.

5.13.2. COSTOS BÁSICOS

Para la estimación de las planillas de análisis de costos y precios unitarios, se ha establecido la participación de los siguientes costos básicos:

- Materiales e insumos
- Mano de obra, en sus diferentes categorías
- Maquinaria y equipo de construcción
- Transporte

La moneda de referencia utilizada es Dólares Americanos ($us), expresable en su equivalente en bolivianos a la cotización de la fecha de elaboración de los precios. (Tipo de cambio 1 $us = 6.96 Bs)

5.13.3. COSTOS DE MATERIALES E INSUMOS

Para la determinación de estos costos se realizó una evaluación de precios de mercado en el departamento de Santa Cruz, así como en la ciudad de La Paz, para diferentes materiales e insumos destinados a la construcción, los cuales fueron afectados por el valor que representa el traslado hasta la zona de proyecto.

5.13.4. MANO DE OBRA

El precio de mercado de la mano de obra, se averiguó en el mercado local y se compararon estos valores con los contenidos en algunos reportes de la Cámara Nacional de La Construcción, Cámara Departamental de la Construcción de Santa Cruz y La Paz, así como en algunas empresas constructoras de diferentes tamaños.

Los costos indirectos de la mano de obra se calculan basados en varios criterios, resumidos en las cargas sociales, que incluyen rubros como: aportes, vacaciones, licencias y

enfermedad, días trabajados. Estos criterios permiten determinar la incidencia de las cargas sociales sobre la mano de obra.

5.13.4.1. CARGAS SOCIALES

Las cargas sociales relacionadas con la mano de obra se dividen en dos categorías:

- Cargas de aplicación directa (inmediata)
- Cargas de aplicación diferida

Las cargas de aplicación directa comprenden los aportes que efectúa el empleador al sistema del seguro social y a los beneficios que recibe el empleado de acuerdo a las disposiciones legales vigentes.

De acuerdo al cálculo las cargas sociales se establecen en 82.01 %.

5.13.5. MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

Para la ejecución del proyecto, la selección del equipo y maquinaria a ser utilizado se tomó en cuenta particularidades tales como la potencia, la capacidad de trabajo y las condiciones de operación del equipo.

En la determinación del costo horario de los equipos y/o maquinaria se considera aspecto tales como la depreciación, el consumo de combustible y lubricantes, el costo de mantenimiento y repuestos, intereses y seguros, consumo de energía y reposición de llantas o rodado. Cada uno de estos componentes, se calculó en función al costo del equipo o la potencia de este.

En cuanto al personal requerido para la operación de los equipos y maquinaria, éste se toma en cuenta en el momento de establecer el cálculo de productividad de los equipos, los cuales están registrados en el proceso de mano de obra.

5.13.6. GASTOS GENERALES

Los Gastos Generales y Administrativos, aplicados sobre el costo directo de los servicios han sido calculados de acuerdo a la descripción que se muestra en el capitulo correspondiente.

Para el cálculo del precio unitario se afectó el costo unitario con un factor de gastos generales y administrativos de 20.00 % de los costos directos, considerado razonable para una empresa constructora promedio.

5.13.7. UTILIDADES

La utilidad considerada para el cálculo del precio final se estimó en un 10% de los costos directos, este porcentaje representa un porcentaje mayor al que una empresa puede

percibir por intereses bancarios, esto con la finalidad de atraer la inversión y el trabajo de empresas del ramo, generando a su vez un efecto multiplicador durante el desarrollo del proyecto.

5.13.8. IMPUESTOS

Los impuestos que intervienen dentro del análisis de precios unitarios son:

El impuesto IVA grava sobre toda compra de bienes y servicios, su alícuota es el 13.00 % sobre el costo neto.

El impuesto IT grava sobre los ingresos brutos de cualquier actividad lucrativa. Su valor es de 3.00 % sobre el monto de la transacción del contrato de obra.

Ambos impuestos son compensados en los componentes de la estructura de costos que no otorguen crédito fiscal, mediante la aplicación de sus porcentajes correspondientes de 14.94% en el caso del IVA y 3.09 % en el caso del IT.

5.14. PRESUPUESTO DE OBRA, SUPERVISIÓN Y FISCALIZACIÓN

Se entiende por Presupuesto del Proyecto la suma de los siguientes componentes:

- Costo Total de Obras y Servicios
- Costo Total de Supervisión
- Costo Total de la Fiscalización
- Imprevistos

El cálculo y/o estimación de cada uno de estos componentes es de suma importancia, para poder contar con un valor del Presupuesto del Proyecto que nos permita iniciar las gestiones de búsqueda de financiamiento.

5.14.1. COSTO TOTAL DE OBRAS

El Costo Total de la obra es el resultado de la aplicación de los Precios Unitarios a las cantidades de obra determinadas en el estudio. Para un mejor entendimiento y con el propósito de mostrarlo en forma ordenada, se lo presenta dividido en rubros, en este caso se tienen los siguientes:

- Movimiento de Tierras
- Pavimentos
- Drenaje
- Sitios Críticos
- Obras de Arte Mayor
- Señalización y Seguridad Vial
- Obras Complementarias
- Mitigación Ambiental
- Servicios para Supervisión

El presupuesto de la obra se muestra a continuación:

PRESUPUESTO DE OBRAS Y SERVICIOS TRAMO III Long. = 58.2 km
(Dólares Americanos)

Tabla 5-31 PRESUPUESTO DE OBRAS Y SERVICIOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1. MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1.1.	DESBROCE, DESBOSQUE, DESTRONQUE Y LIMPIEZA	HA	12.00	710.98	8,531.76
1.2.	REMOCIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA Y BASE DE MATERIAL EMPEDRADO	M2	8,400.00	6.26	52,584.00
1.3.	TRANSPORTE DE MATERIAL A BUZONES	M3K	561,324.32	0.56	314,341.62
1.4.	CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES	M3	5,673.76	1.80	10,212.77
1.5.	REMOCIÓN DE DERRUMBES	M3	16,000.00	8.47	135,520.00

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.6.	REMOCIÓN DE CARPETA CAPA BASE Y SUB BASE	M3	6,115.08	2.69	16,449.57
				SUBTOTAL 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	**537,639.72**
2. PAVIMENTOS					
2.1.	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE SUBBASE	M3	5,165.11	86.24	445,439.09
2.2.	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE BASE	M3	4,264.56	93.46	398,565.78
2.3.	RECICLADO CARPETA ASFÁLTICA Y BASE, CONFORMACIÓN BASE MEJORADA	M2	476,914.20	10.09	4,812,064.28
2.4.	IMPRIMACIÓN - EJECUCIÓN	M2	482,678.70	0.31	149,630.40
2.5.	PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN: CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO PARA REFUERZO (SIN CEMENTO ASFALTICO)	M3	44,133.18	133.13	5,875,450.25
2.6.	PROVISIÓN DE ASFALTO DILUIDO/EMULSIÓN P/IMPRIMACIÓN	LT	633,515.80	1.59	1,007,290.12
2.7.	PROVISIÓN DE CEMENTO ASFALTICO CON POLÍMEROS	TON	6,218.79	1,417.49	8,815,072.64
2.8.	PROVISIÓN DE CEMENTO PORTLAND PARA RECICLADO Y CAPA SUB BASE DE SUELO CEMENTO	TON	12,302.05	217.73	2,678,525.35
2.9.	INCORPORACIÓN DE MATERIAL GRANULAR PARA BERMA	M3	33,129.76	75.09	2,487,713.68
2.10.	EJECUCIÓN DE JUNTAS DE PREFISURACION PARA RECICLADO	ML	333,493.65	0.23	76,703.54
2.11.	SUMINISTRO DE EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA JUNTAS DE RECICLADO	LT	10,505.05	1.94	20,379.80
2.12.	PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE CAPA SUB BASE ESTABILIZADA CON SUELO CEMENTO	M3	2,316.46	106.60	246,934.64
				SUBTOTAL 2. PAVIMENTOS	**27,013,769.57**
3. DRENAJE					
3.1.	EXCAVACIÓN PARA OBRAS DE DRENAJE CON EQUIPO	M3	22,936.00	6.63	152,065.68
3.2.	EXCAVACIÓN PARA ENCAUCES Y CANALIZACIÓN	M3	32,989.00	5.83	192,325.87
3.3.	RELLENO Y COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	M3	10,692.00	15.83	169,254.36
3.4.	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE Hº EXISTENTE	M3	1,962.00	16.14	31,666.68
3.5.	HORMIGÓN TIPO "A" R = 21 MPA	M3	1,323.00	484.86	641,469.78
3.6.	HORMIGÓN TIPO "E" R = 11 MPA	M3	80.00	332.18	26,574.40
3.7.	HORMIGÓN CICLÓPEO (40 % DE PIEDRA DESPLAZADORA)	M3	3,423.00	353.22	1,209,072.06
3.8.	HORMIGÓN TIPO "B" R 18 MPA	M3	51.00	340.44	17,362.44
3.9.	ACERO DE REFUERZO FY = 420 MPA	KG	88,919.00	3.33	296,100.27
3.10.	ALCANTARILLA SIMPLE CON TUBO DE Hº Aº, D = 1.00 M	ML	1,222.00	340.27	415,809.94
3.11.	CUNETA EN CORTE O PIE DE TERRAPLÉN TRAPEZOIDAL, REVESTIDA INCLUYE EXCAVACIÓN	ML	48,169.50	49.17	2,368,494.32
3.12.	ZANJAS DE CORONAMIENTO REVESTIDAS INCLUYE EXCAVACIÓN	ML	5,000.00	45.97	229,850.00

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
3.13.	GAVIÓN TIPO CAJÓN	M3	645.00	161.00	103,845.00
3.14.	GAVIONES TIPO COLCHONETA E = 30 CM	M3	111.00	176.09	19,545.99
3.15.	ZAMPEADO DE PIEDRA CON MORTERO DE CEMENTO E = 0.25 M	M2	10,168.00	73.78	750,195.04
3.16.	SUBDREN LONGITUDINAL CON TUBERÍA DE 6"	ML	1,590.00	152.45	242,395.50
3.17.	BORDILLO TIPO CUNETA INC. EXCAVACIÓN	ML	12,826.00	72.25	926,678.50
3.18.	MANTA GEOTEXTIL	M2	273.00	9.94	2,713.62
3.19.	MATERIAL GRANULAR TIPO FILTRO	M3	149.00	94.56	14,089.44
3.20.	TUBERÍA PERFORADA PVC D = 6"	ML	409.00	24.52	10,028.68
3.21.	MANTA GEOMEMBRANA	M2	230.00	11.04	2,539.20
3.22.	EMBOQUILLADO DE CEMENTO, MORTERO 1:3 CON ADITIVO ADHESIVO	M2	33.00	29.06	958.98
3.23.	LIMPIEZA DE OBRAS DE ARTE	M3	426.00	26.19	11,156.94
3.24.	LIMPIEZA Y DESBROCE PARA DE OBRAS DE ARTE	M2	3,925.00	0.14	549.50
3.25.	PUENTE DE ADHERENCIA	M2	218.00	16.86	3,675.48
3.26.	ALCANTARILLA SIMPLE DE TUBO DE Hº Aº, D = 1.50 M	ML	77.00	512.45	39,458.65
				SUBTOTAL 3. DRENAJE	**7,877,876.32**
4. SITIOS CRÍTICOS					
4.1.	EXCAVACIÓN PARA OBRAS DE DRENAJE CON EQUIPO	M3	9,573.30	6.63	63,470.98
4.2.	EXCAVACIÓN PARA ENCAUCES Y CANALIZACIÓN	M3	4,103.00	5.83	23,920.49
4.3.	RELLENO Y COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	M3	5,436.03	15.83	86,052.35
4.4.	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE Hº EXISTENENTE	M3	0.43	16.14	6.94
4.5.	HORMIGÓN TIPO "A" R = 21 MPA	M3	1,223.48	484.86	593,216.51
4.6.	HORMIGÓN TIPO "E" R = 11 MPA	M3	43.36	332.18	14,403.32
4.7.	HORMIGÓN CICLÓPEO (40 % DE PIEDRA DESPLAZADORA)	M3	519.00	353.22	183,321.18
4.8.	ACERO DE REFUERZO FY = 420 MPA	KG	100,248.34	3.33	333,826.97
4.9.	CUNETA DE CORTE DE HORMIGÓN Y GEOWEB INC. EXCAVACIÓN	M2	160.00	132.46	21,193.60
4.10.	CUNETA DE BANQUINA DE HORMIGÓN Y GEOWEB INC. EXCAVACIÓN	M2	88.00	87.99	7,743.12
4.11.	BORDILLO TIPO CUNETA INC. EXCAVACIÓN	ML	698.50	72.25	50,466.63
4.12.	ZAMPEADO DE PIEDRA CON MORTERO DE CEMENTO E = 0.25 M	M2	471.20	73.78	34,765.14
4.13.	SUBDREN LONGITUDINAL CON TUBERÍA DE 6" INCLUYE EXCAVACIÓN	ML	1,734.00	152.45	264,348.30
4.14.	MANTA GEOTEXTIL	M2	7,506.00	9.94	74,609.64

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
4.15.	GEOMEMBRANA IMPERMEABLE	M2	1,742.00	15.63	27,227.46
4.16.	MATERIAL GRANULAR TIPO FILTRO	M3	783.61	94.56	74,098.16
4.17.	CARPETA DRENANTE	M3	572.00	105.39	60,283.08
4.18.	RECONFORMACIÓN DE MURO DE GAVIÓN	M3	832.00	84.22	70,071.04
4.19.	GAVIÓN TIPO CAJÓN	M3	2,554.00	161.00	411,194.00
4.20.	GAVIONES TIPO COLCHONETA E = 30 CM	M3	13.00	176.09	2,289.17
4.21.	TUBERÍA PERFORADA PVC D = 6"	ML	355.80	24.52	8,724.22
4.22.	EXCAVACIÓN EN SUELO DURO	M3	14,629.65	3.88	56,763.04
4.23.	EXCAVACIÓN EN SUELO BLANDO	M3	10,978.10	3.70	40,618.97
4.24.	COLOCACIÓN DE BOLONES PARA PROTECCIÓN	M3	1,594.00	96.20	153,342.80
4.25.	DESQUINCHE DE ROCAS	M3	0.50	18.74	9.37
4.26.	PILOTE VACIADOS IN SITU	ML	229.00	1,063.33	243,502.57
4.27.	MURO DE TIERRA ARMADA	M3	6,075.00	19.27	117,065.25
4.28.	HORMIGÓN TIPO "A1" R = 26 MPA	M3	255.00	593.83	151,426.65
4.29.	PEDRAPLEN	M3	1,997.00	38.12	76,125.64
4.30.	CUNETA EN CORTE O PIE DE TERRAPLÉN TRAPEZOIDAL, REVESTIDA INCLUYE EXCAVACIÓN	ML	33.50	49.17	1,647.20
4.31.	ZANJAS DE CORONAMIENTO REVESTIDAS INCLUYE EXCAVACIÓN	ML	682.50	45.97	31,374.53
				SUBTOTAL 4. SITIOS CRÍTICOS	**3,277,108.32**
5. OBRAS DE ARTE MAYOR					
5.1.	SELLO DE FISURAS DE 0.2 A 0.6 MM A PRESIÓN	ML	231.66	34.14	7,908.87
5.2.	SELLO DE FISURAS E > 0.6 MM A PRESIÓN	ML	231.66	44.96	10,415.43
5.3.	SELLO DE FISURAS E > 0.5 MM POR GRAVEDAD	ML	148.23	25.93	3,843.60
5.4.	SELLO DE GRIETAS O JUNTAS	ML	64.30	44.63	2,869.71
5.5.	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN	M3	1,237.94	16.14	19,980.35
5.6.	REVESTIMIENTO IMPERMEABLE ELÁSTICO	M2	434.78	32.25	14,021.66
5.7.	HORMIGÓN TIPO "A" R = 21 MPA	M3	6,042.43	484.86	2,929,732.61
5.8.	ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2	KG	376,614.19	3.33	1,254,125.25
5.9.	REEMPLAZO TOTAL DE JUNTA DE DILATACIÓN	ML	135.91	166.07	22,570.57
5.10.	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	M3	27,008.21	6.63	179,064.43
5.11.	RELLENO Y COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	M3	14,254.53	15.83	225,649.21

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
5.12.	ZAMPEADO DE PIEDRA CON MORTERO DE CEMENTO	M2	1,517.62	73.78	111,970.00
5.13.	HORMIGÓN TIPO "E" R = 11 MPA	M3	6.56	332.18	2,179.10
5.14.	DRENAJE LATERAL TUBERÍA PVC DE 6"	ML	5,991.22	24.52	146,904.71
5.15.	MATERIAL GRANULAR TIPO FILTRO	M3	1,343.09	94.56	127,002.59
5.16.	DRENAJE DE TUBO PVC D = 4"	ML	13.64	20.83	284.12
5.17.	LIMPIEZA Y REPARACIÓN DE APOYOS MÓVILES	PZA	40.00	65.27	2,610.80
5.18.	GAVIÓN TIPO CAJÓN	M3	3,020.16	161.00	486,245.76
5.19.	PINTURA ANTICORROSIVA	M2	35.64	11.77	419.48
5.20.	HORMIGÓN CICLÓPEO (40 % DE PIEDRA DESPLAZADORA)	M3	515.77	353.22	182,180.28
5.21.	PUENTE DE ADHERENCIA	M2	0.17	16.86	2.87
5.22.	PILOTE VACIADOS IN SITU DN = 1.40 M	ML	117.70	1,575.99	185,494.02
5.23.	PINTURA AL OLEO	M2	3,067.59	15.23	46,719.40
5.24.	LIMPIEZA DE ALEROS, PILAS Y ESTRIBOS	M2	17,619.12	26.26	462,678.09
5.25.	EMBOQUILLADO DE CEMENTO, MORTERO 1:3 CON ADITIVO ADHESIVO	M2	4.11	29.06	119.44
5.26.	BARANDADO TIPO P 3	ML	35.20	114.51	4,030.75
5.27.	REPARACIÓN DE SUPERFICIES DE HORMIGÓN	M2	27.69	33.87	937.86
5.28.	DESATE DE GAVIONES	M3	853.60	20.75	17,712.20
5.29.	DESBROCE, DESBOSQUE, DESTRONQUE Y LIMPIEZA	HA	1.64	710.98	1,166.01
5.30.	EXCAVACIÓN EN SUELO PARA PILOTES A CIELO ABIERTO	M3	121.92	642.36	78,316.53
5.31.	CARTÓN ASFALTICO DE 3 MM	M2	2.35	99.42	233.64
5.32.	MANTA GEOTEXTIL	M2	1,923.34	9.94	19,118.00
5.33.	EXCAVACIÓN EN SUELO BLANDO	M3	167.40	3.70	619.38
5.34.	REMOCIÓN DE REVOQUE SUPERFICIAL	M2	424.00	18.62	7,894.88
5.35.	CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	M3	922.13	53.47	49,306.29
5.36.	ALCANTARILLA SIMPLE CON TUBO DE Hº Aº, D = 1.00 M	ML	44.00	340.27	14,971.88
5.37.	APOYO DE PLOMO	PZA	12.00	85.97	1,031.64
5.38.	JUNTAS DE DILATACIÓN TIPO JENEE JJ2027 VV CON LABIO POLIMÉRICO	ML	19.14	217.29	4,158.93
5.39.	GAVIONES TIPO COLCHONETA E = 30 CM	M3	10.56	176.09	1,859.51
5.40.	DRENAJE DE TUBO PVC D = 4"	ML	4.95	20.83	103.11
				SUBTOTAL 5. OBRAS DE ARTE MAYOR	**6,626,452.96**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
6. SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL					
6.1.	SEÑALES RESTRICTIVAS (145 X 100 CM)	PZA	198.00	350.22	69,343.56
6.2.	SEÑALES PREVENTIVAS (100 X 100 CM)	PZA	186.00	239.41	44,530.26
6.3.	SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA DE RUTA (345 X 54 CM)	PZA	51.00	440.26	22,453.26
6.4.	SEÑALES DE INFORMACIÓN DESTINO / LOCALIDAD (357 X 64 CM)	M2	10.18	541.06	5,507.99
6.5.	POSTES DE SEÑALIZACIÓN - COLOCACIÓN	PZA	482.00	85.76	41,336.32
6.6.	LÍNEA CONTINUA BLANCA (E = 12 CM)	ML	176,233.52	1.68	296,072.31
6.7.	LÍNEA AMARILLA (E = 12 CM)	ML	31,915.37	1.73	55,213.59
6.8.	OJOS DE GATO	PZA	22,924.00	13.43	307,869.32
				SUBTOTAL 6. SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	**842,326.61**
7. OBRAS COMPLEMENTARIAS					
7.1.	BARRERAS METÁLICAS DE SEGURIDAD	ML	18,468.00	104.43	1,928,613.24
7.2.	SEÑAL HORIZONTAL TIPO SONORIZADOR	PZA	31.00	911.98	28,271.38
				SUBTOTAL 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS	**1,956,884.62**
8. MITIGACIÓN AMBIENTAL					
8.1.	SEÑALIZACIÓN VERTICAL AMBIENTAL (80 X 60 CM)	PZA	10.00	139.54	1,395.40
8.2.	POSTES DE SEÑALIZACIÓN - COLOCACIÓN	PZA	10.00	85.76	857.60
8.3.	RECORDATORIO TIPO 1	PZA	33.00	235.98	7,787.34
8.4.	RECORDATORIO TIPO 2	PZA	23.00	1,039.82	23,915.86
8.5.	RECORDATORIO TIPO 3	PZA	1.00	5,723.44	5,723.44
				SUBTOTAL 8. MITIGACIÓN AMBIENTAL	**39,679.64**
9. SERVICIO PARA SUPERVISIÓN					
9.1.	SERVICIO DE ALIMENTACIÓN	H*D	34,580.00	10.16	351,332.80
9.2.	ALQUILER VIVIENDA/OFICINA INGENIERO	M2M	64,000.00	8.13	520,320.00
9.3.	MANTENIMIENTO, LUBRICANTES Y COMBUSTIBLES	V*M	240.00	510.30	122,472.00
9.4.	PROVISIÓN DE VAGONETA DOBLE TRACCIÓN	UND	2.00	68,039.40	136,078.80
9.5.	PROVISIÓN DE CMTA DOBLE TRACCIÓN; DOBLE CABINA	UND	4.00	40,823.64	163,294.56
				SUBTOTAL 9. SERVICIO PARA SUPERVISIÓN	**1,293,498.16**
10. PEAJE DE SAMAIPATA					
10.1.	INFRAESTRUCTURA DEL PEAJE	GLB	1.00	648,537.00	648,537.00

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
10.2.	PROVISIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL PARA EL PEAJE	GLB	1.00	357,325.67	357,325.67
10.3.	TRANSPORTE DE MATERIAL A BUZONES	M3K	8,427.51	0.56	4,719.41
10.4.	CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES	M3	1,978.95	1.80	3,562.11
10.5.	REMOCIÓN DE CARPETA CAPA BASE Y SUB BASE	M3	1,146.60	2.69	3,084.35
10.6.	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE SUBBASE	M3	529.20	86.24	45,638.21
10.7.	HORMIGÓN TIPO "A" R = 21 MPA	M3	920.86	484.86	446,488.18
10.8.	ACERO DE REFUERZO FY = 420 MPA	KG	45,864.47	3.33	152,728.69
10.9.	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	M3	4,104.65	6.63	27,213.83
10.10.	RELLENO Y COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	M3	2,960.65	15.83	46,867.09
10.11.	ZAMPEADO DE PIEDRA CON MORTERO DE CEMENTO	M2	82.50	73.78	6,086.85
10.12.	DRENAJE LATERAL TUBERÍA PVC DE 6"	ML	276.87	24.52	6,788.85
10.13.	MATERIAL GRANULAR TIPO FILTRO	M3	255.53	94.56	24,162.92
				SUBTOTAL 10. PEAJE DE SAMAIPATA	**1,773,203.16**
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					**51,238,439.08**

Son: Cincuenta y un millones doscientos treinta y ocho mil cuatrocientos treinta y nueve 08/100 Dólares Americanos

5.14.2. COSTO DE SUPERVISIÓN

El costo Total de la Supervisión incluye el costo de la Supervisión Técnica y Ambiental.

Para la Supervisión Técnica y Ambiental, de acuerdo a la experiencia del consultor y a la magnitud de la obra se ha estimado un personal de supervisión cuyo costo es del 10 % del costo de la obra, este costo es bajo el escenario de pagos por presencia de personal (hombres/mes); además no incluye la adquisición de ningún equipo especial.

El Costo de la Supervisión es el siguiente:

Tabla 5-32 Costo de Supervisión

En Dólares Americanos	
Supervisión Técnica	3,586,690.74
Supervisión Ambiental	1,537,153.17
COSTO TOTAL DE SUPERVISIÓN	**5,123,843.91**

5.14.3. COSTO DE FISCALIZACIÓN

El costo Total de la Fiscalización incluye el costo de la Fiscalización Técnica y el Costo de la Fiscalización Ambiental, se lo presenta de manera separada ante la posibilidad de que el contratante decida encarar las fiscalizaciones por separado.

Para la Fiscalización Técnica, se ha tomado en cuenta un equipo de Fiscalización compuesta con personal mínimo debido a la magnitud de la obra, el valor estimado es de 1% del costo de la obra, no incluye la alimentación, vivienda, etc., es decir los servicios que serán provistos por el contratista.

Para la Fiscalización Ambiental, también de acuerdo a la experiencia del consultor y a la magnitud de la obra se ha estima un valor del 0,5% del costo de la obra.

El Costo de la Fiscalización es el siguiente:

Tabla 5-33 Costo de Fiscalización

En Dólares Americanos	
Fiscalización Técnica	512,384.39
Fiscalización Ambiental	256,192.20
COSTO TOTAL DE FISCALIZACIÓN	**768,576.59**

5.14.4. COSTO DE IMPREVISTOS

De acuerdo a las Normas Básicas del Sistema de Administración de Bienes y Servicios (D.S.181), actualmente vigentes, se permite que un proyecto con Ordenes de Cambio y Contratos Modificatorios se pueda incrementar hasta un 15%, adicionalmente a esta previsión contractual que deberíamos tener es bueno recordar que se trata de un proyecto de Rehabilitación y Reconstrucción de un tramo carretero que actualmente está en uso y su deterioro es progresivo, por ambos motivos nos permitimos incluir dentro el Presupuesto General del Proyecto un valor adicional correspondiente al 15% del Costo Total de Obras. En el caso de la supervisión hemos visto por conveniente tomar la misma previsión contractual, es decir prever un incremento del 15% sobre el monto original, de esta manera al momento de gestionar un financiamiento se tiene un valor que nos permite incluir deterioros que puedan ocurrir con posterioridad a la evaluación realizada o para cualquier eventualidad que se tenga.

Tabla 5-34 Costo de Imprevistos

En Dólares Americanos	
Imprevistos para la Obra más la Supervisión	7,685,765.86
Imprevistos para la Supervisión	768,576.59
COSTO IMPREVISTOS	**8,454,342.45**

5.14.5. PRESUPUESTO GENERAL

El Presupuesto General del Proyecto es la suma de los Costos Totales de Obras y

Servicios, Costo Total de Supervisión, Costo Total de la Fiscalización e Imprevistos.

A continuación se muestra una tabla con el Presupuesto General del Proyecto

Tabla 5-35 Resumen del Presupuesto General del Proyecto

RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO		
SUB TRAMO III: Mairana - Bermejo		
LONGITUD DEL PROYECTO [Km]: 58.2		
(Dólares Americanos)		
Tipo de Cambio:		1 $us = 6.96 Bs
DESCRIPCIÓN		**MONTO**
1. MOVIMIENTO DE TIERRAS		
SUBTOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS		537,639.72
2. PAVIMENTOS		
SUBTOTAL PAVIMENTOS		27,013,769.57
3. DRENAJE		
SUBTOTAL DRENAJE		7,877,876.32
4. SITIOS CRÍTICOS		
SUBTOTAL SITIOS CRÍTICOS		3,277,108.32
5. OBRAS DE ARTE MAYOR		
SUBTOTAL OBRAS DE ARTE MAYOR		6,626,452.96
6. SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL		
SUBTOTAL SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL		842,326.61
7. OBRAS COMPLEMENTARIAS		
SUBTOTAL OBRAS COMPLEMENTARIAS		1,956,884.62
8. MITIGACIÓN AMBIENTAL		
SUBTOTAL MITIGACIÓN AMBIENTAL		39,679.64
9. SERVICIO PARA SUPERVISIÓN		
SUBTOTAL SERVICIO PARA SUPERVISIÓN		1,293,498.16
10. PEAJE DE SAMAIPATA		
SUBTOTAL SERVICIO PARA PEAJE DE SAMAIPATA		1,773,203.16
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		**51,238,439.08**
COSTO TOTAL DE SUPERVISIÓN		
SUPERVISIÓN TÉCNICA	7.0%	3,586,690.74
SUPERVISIÓN AMBIENTAL	3.0%	1,537,153.17
COSTO TOTAL DE SUPERVISIÓN		**5,123,843.91**
COSTO TOTAL DE FISCALIZACIÓN		
FISCALIZACIÓN TÉCNICA	1.0%	512,384.39
FISCALIZACIÓN AMBIENTAL	0.5%	256,192.20
COSTO TOTAL DE FISCALIZACIÓN		**768,576.59**

COSTO TOTAL DE IMPREVISTOS		
IMPREVISTO PARA LA OBRA	15.0%	7,685,765.86
IMPREVISTOS PARA SUPERVISIÓN	15.0%	768,576.59
COSTO TOTAL DE IMPREVISTOS		**8,454,342.45**
COSTO TOTAL DE INVERSIÓN $us:		**65,585,202.03**
COSTO DEL PROYECTO POR KM:		**880,385.55**
COSTO DE INVERSIÓN POR KM:		**1,126,893.51**

5.14.6. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

El plazo de ejecución del a obra es de 38 meses que corresponde a:

Tabla 5-36 Plazo de Ejecución de la Obra

Plazo de Movilización (Meses)	Plazo de Ejecución de Obras (Meses)	Plazo para Recepción Definitiva (Meses)	Plazo Total (Meses)
3.0	34.0	3.0	40.0