

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Código F-AC- DBL-007	Fecha 10-04- 2012	Revisión A
	Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO		Pág. i(280)

AUTOR	JEFHERSON JOSEPH CONTRERAS CELEDÓN
FACULTAD	INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIAS CIVIL
DIRECTOR	EUDOMAR PÁEZ TORRADO
TÍTULO DE LA TESIS	INSPECCIÓN Y COORDINACIÓN EN EL AVANCE DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA TRANSVERSAL RIO DE ORO – AGUACLARA – GAMARRA DE LA RUTA DEL SOL SECTOR 2.

RESUMEN
(70 palabras aproximadamente)

EN EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZARÁ LA INSPECCIÓN Y COORDINACIÓN EN EL AVANCE EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL QUE PRETENDE MEJORAR LA CALIDAD DEL PAVIMENTO Y TODAS LAS CONDICIONES TANTO ESTRUCTURALES COMO HIDRÁULICAS, DE LA CARRETERA QUE COMUNICA RIO DE ORO – AGUACLARA – GAMARRA, PERTENECIENTE A LA RUTA DEL SOL SECTOR 2, LO QUE HACE NECESARIO VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS DISEÑOS ESTABLECIDOS EN EL PROYECTO DE FORMA CONTRACTUAL, PUESTO QUE ESTAS ACTIVIDADES REPRESENTAN UN GRAN DESARROLLO ECONÓMICO EN LA REGIÓN, QUE ES REFLEJO DE GRANDES AVANCES EN LA INGENIERIA Y PERMITE UN ALTO BENEFICIO A LA COMUNIDAD, EN TEMAS DE TRANSPORTE Y COMUNICACIÓN.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 280	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1
--------------	---------	----------------	-----------



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



INSPECCION Y COORDINACION EN EL AVANCE DE LA CONSTRUCCIÓN DE
LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA TRANSVERSAL RIO DE ORO - AGUACLARA -
GAMARRA DE LA RUTA DEL SOL SECTOR 2

Autor:

JEFHERSON JOSEPH CONTRERAS CELEDON

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

EUDOMAR PAEZ TORRADO

Ingeniero en transportes y vías

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Agosto de 2016

Índice

Capítulo 1: Inspección y coordinación en el avance de la construcción de la infraestructura vial en la transversal Rio de Oro-Aguaclara-Gamarra de la Ruta del Sol Sector 2	3
1.1. Descripción breve de la empresa	3
1.1.1. Misión.....	4
1.1.2. Visión.	4
1.1.3. Objetivos de la empresa.....	4
1.1.4. Descripción de la estructura organizacional.	5
1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.	8
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada	11
1.2.1. Planteamiento del problema..	12
1.3. Objetivos de la pasantía.....	13
1.3.1. Objetivo general.	13
1.3.2. Objetivos específicos.....	13
1.4. Descripción de las actividades a desarrollar en la misma.....	14
1.5. Cronograma de actividades	15
1.6. Zonas a intervenir en la ejecución del proyecto de la transversal Rio de Oro-Aguaclara-Gamarra de la Ruta del Sol Sector 2	17
Capítulo 2: Enfoques referenciales.....	20
2.1. Enfoque conceptual	20
2.1.1. Pavimento.....	20
2.1.2. Pavimento flexible.....	20
2.1.3. Alcantarilla.	20
2.1.4. Berma.	20
2.1.5. Bombeo.....	21
2.1.6. Calzada.	21
2.1.7. Carretera	21
2.1.8. Carril.....	21
2.1.9. Corona.	21
2.1.10. Cuneta.....	21

2.1.11. Derecho de vía.....	21
2.1.12. Estudio de Impacto Ambiental.....	22
2.1.13. Intersección.....	22
2.1.14. Longitud de aplanamiento.....	22
2.1.15. Nivel de servicio.....	22
2.1.16. Obras de drenaje.....	22
2.1.17. Obras de Subdrenaje.....	22
2.1.18. Pendiente transversal del terreno.....	22
2.1.19. Peralte.....	23
2.1.20. Puente.....	23
2.1.21. Rasante.....	23
2.1.22. Separador.....	23
2.1.23. Sobreancho.....	23
2.1.24. Subrasante.....	23
2.1.25. Talud.....	23
2.1.26. Vehículo de diseño.....	24
2.1.27. Velocidad de diseño.....	24
2.1.28. Consorcio.....	24
2.1.29. Interventoría.....	24
2.1.30. Hito.....	24
2.2. Enfoque legal.....	25
2.2.1. Invias.....	25
2.2.2. NTC 4739 2011.....	25
2.2.3 Manual para la inspección visual puentes y pontones.....	25
2.2.4. Manual para la inspección visual de obras de estabilización.....	25
2.2.5. Manual de drenaje para carreteras, contrato No 2059 de 2009.....	25
2.2.6. Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje.....	26
2.2.7. Manual de señalización vial.....	26
2.2.8. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles.....	26
2.2.9. Contrato de concesion 001 de 2010.....	24
2.2.10. Contrato de interventoria 016 de 2012.....	24

Capitulo 3: Informe de cumplimiento de trabajo	28
3.1. Presentación de resultados.....	28
3.1.1. Verificar que las obras que son objeto de la Interventoría cumplan con las especificaciones generales de la construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras dadas por el Instituto Nacional de Vías (Invias) en el 2014. Haciendo requerimientos al Concesionario para que corrija los incumplimientos del contrato..	28
3.1.2. Registrar la ejecución de las obras de drenaje adecuación de alcantarillas y construcción de cunetas e instalación de subdrenes diseñados para la transversal río de oro-Aguaclara-Gamarra.	134
3.1.3. Coordinar junto con un equipo de trabajo los procesos y actividades relacionadas con la medición, pruebas y evaluación, verificación de procedimientos intervenciones y desempeño del Concesionario en el área técnica durante la pre-construcción en la operación y mantenimiento, así como durante la conclusión del contrato de interventoría.	207
3.1.4. Realizar la medición del avance de obra ejecutada por el Concesionario de acuerdo al alcance básico del contrato, usando la metodología de avance de obra estipulada en el contrato, fundamentando el correcto uso de materiales de obra y las obras complementarias o adicionales autorizadas y las que surjan durante la ejecución de la obra.	255
 Capitulo 4: Diagnóstico final.....	269
Capítulo 5: Conclusiones	270
Capítulo 6: Recomendaciones	277
Referencia	250
Apendices	252

Lista de figuras

Figura 1. Organigrama institucional.....	6
Figura 2. Mapa de Procesos.	7
Figura 3. Organigrama del área técnica.	9
Figura 4. Ruta del Sol Sector 2.	17
Figura 5. Plan general de obras por año.	18
Figura 6. Estado actual y concentración del proyecto.....	19
Figura 7. Descripción trazado.	19
Figura 8. Localización general del proyecto.	27
Figura 9. Histograma de valores medios de temperatura mensual multianual Estación Aguaclara.	32
Figura 10. Histograma de precipitación Mensual Multianual Estación Gamarra.	33
Figura 11. Tramo 1: Aguaclara – Aguachica - Gamarra – Puertos Ribereños.....	35
Figura 12. Composición de la Transversal Río de Oro – Aguaclara – Gamarra.....	36
Figura 13. Localización de los Hitos 62 y 63.....	39
Figura 14. Sección transversal utilizando estructura existente.	42
Figura 15. Sección transversal estructura nueva.	42
Figura 16. Sección transversal en cajón estructura nueva.....	43
Figura 17. Sección transversal en terraplén.	43
Figura 18. Sección transversal típica – Estructura Nueva.....	44
Figura 19. Sección transversal típica estructura existente- etapa 1.....	44
Figura 20. Sección transversal típica estructura existente- etapa 2.....	44
Figura 21. Sección transversal típica para el Sub-tramo 2.....	45
Figura 22. Sección transversal típica subtramo 3 (Hitos 62 y 63) sin tercer carril.	46
Figura 23. Sección transversal típica subtramo 3 (Hitos 62 y 63) con tercer carril.	46
Figura 24. Coeficiente estructural de capa de Base Granular a_2 , de acuerdo a la Guía ASSTHO -93.....	49
Figura 25. Coeficiente estructural de capa de SubBase Granular a_3 , de acuerdo a la Guía ASSTHO-93.....	49
Figura 26. Coeficiente estructural de capa asfáltica a_1 . De acuerdo a la Guía ASSTHO-93.	51
Figura 27. Sección – Construcción nueva.	52

Figura 28. Sección condicion1. Aportación de la SBG existente.	52
Figura 29. Sección condicion1. Aportación de la SBG existente.	52
Figura 30. Sección condición 1. Aportación de SBG-existente, capa continua.....	53
Figura 31. Sección condición 2. Sin aportación, capa continua.....	53
Figura 32. Sección construcción Nueva – Granulares estabilizados con cemento.	54
Figura 33. Sección – Condición 1 – Base estabilizada con cemento. Aportación de SBG existente, capa continua.....	54
Figura 34. Sección- Condición 2 - Base estabilizada con cemento. Sin aportación – capa continua (BEC).....	54
Figura 35. Niveles de servicio recomendados por AASHTO.	56
Figura 36. Modificación del trazado en la curva del PR 8+530.....	63
Figura 37. Modificación del trazado en la curva del PR 13+415.....	64
Figura 38. Seguimiento caissons PR 20 + 067 al PR 20 + 103.....	76
Figura 37. Avance caissons puente 3.	80
Figura 48. Avance caissons puente 3.	80
Figura 41. Avance caissons puente 10.	82
Figura 42. Avance caissons puente 10.	82
Figura 43. Esquema estructura de pavimento aprobado.	84
Figura 44. Esquema estructura de pavimento instalada tramo 8.....	85
Figura 45. Esquema zona de pesaje.	87
Figura 46. Estructura de Pavimento Aprobada Hito 58.	89
Figura 47. Instalación de Barreras Metálicas PR 4+150.....	93
Figura 48. Instalación de Barreras Metálicas PR 5+600.....	93
Figura 49. Instalación de Barreras Metálicas PR 5+800.....	94
Figura 50. Instalación de Barreras Metálicas PR 6+520.....	94
Figura 51. Acceso PR 6+460.....	95
Figura 52. Esquema avance de Rehabilitación de pavimentos y construcción de cunetas en el hito 61.....	100
Figura 53. Esquema Peaje Definitivo.....	100
Figura 54. Esquema Zona actualmente intervenida.	101
Figura 55. Zona de Pesaje Platanal.	103

Figura 56. Estado actual de la construcción de muros del primer tramo de tercer carril.	105
Figura 57. Esquema Diseño muros.	105
Figura 58. Estado actual de la construcción de las pilas del Puente #3.	110
Figura 59. Estado actual de la construcción de Caisson para cimentación del Puente #3.	110
Figura 60. Estado actual de la construcción de muros del segundo tramo de tercer.	112
Figura 61. Seguimiento Caisson para cimentación de muros PR 33 + 006 – PR 33 + 041.	113
Figura 62. Sseguimiento Caisson para cimentación de muros PR 33 + 117 – PR 33 + 202.	114
Figura 63. Estado actual de la construcción de Caisson cimentación del Puente # 10.	115
Figura 64. Seguimiento Caisson Puente PR 34 + 320, para muros de acompañamiento.	116
Figura 65. Seguimiento Caissons Puente PR 34 + 320 muros de acompañamiento.	116
Figura 66. Trabajos de Rehabilitación Hito 58.	118
Figura 67. Esquema actuaciones del proyecto según hitos.	124
Figura 68. Viaducto para el cruce de la ciénaga.	125
Figura 69. Sección Típica – Protección con Sacos de Suelo cemento.	126
Figura 70. Sección Típica – Malla de protección Terraplén.	127
Figura 71. Intersección Aeropuerto Aguachica Hito 60 PR 3+600.	129
Figura 72. Cuencas de drenaje del corredor del proyecto y estaciones hidrometereológicas.	133
Figura 73. Cuencas de drenaje y distribución de Polígonos de Thiessen.	135
Figura 74. Histograma de precipitación Mensual Multianual – Estación Gamarra.	135
Figura 75. Histograma de precipitación Mensual Multianual – Estación Totumal.	136
Figura 76. Histograma de valores medios de temperatura mensual multianual – Estación Aguaclara.	136
Figura 77. Cuneta disipadora con piedra pegada en el fondo.	146
Figura 78. Cuneta disipadora con pantallas diagonales.	146
Figura 79. Cuneta disipadora con piedra pegada en el fondo.	148
Figura 80. Cuneta disipadora con pantallas diagonales.	149
Figura 81 . Planta vía del proyecto (Hito 56) y eje del dique existente entre las abscisas k0+080 al k0+540.	151
Figura 80. Detalle alcantarillas.	149
Figura 83. Planta Puente Quebrada Buturama.	162
Figura 84. Perfil Puente Quebrada Buturama.	162

Figura 85. Cañuela prefabricada en Concreto.....	165
Figura 86. Canal con Rejilla Metálica.....	166
Figura 87. Ventana Boca de Lobo.....	168
Figura 88. Poceta con Rejilla de Concreto.....	170
Figura 89. Detalle Rejilla de Concreto.....	170
Figura 90. Alcantarilla PR 3+770.	179
Figura 91. Instalación Cuneta.....	181
Figura 92. PR 20 + 179. Construcción disipadora de Alcantarilla.....	186
Figura 93. Esquema alcantarilla PR 20 + 179.....	187
Figura 94. Esquema alcantarilla PR 20 + 055.....	188
Figura 95. Esquema alcantarilla PR 20 + 179.....	189
Figura 96. Sección Longitudinal Alcantarilla PR 9 + 05	190
Figura 97. Sección Longitudinal Alcantarilla PR 9 + 160.....	191
Figura 98. Áreas con autorización temporal de Concesionaria Ruta del Sol sobre corredores de proyecto.....	208
Figura 99. Detalle de la localización de las fuentes.....	209
Figura 100. Especificación para recebo de material de sub base.....	223

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz DOFA.	10
Tabla 2. Actividades.....	13
Tabla 3. Cronograma de Actividades.....	15
Tabla 4. Zonificación geológica Subtramo 2- Aguaclara (PR 0+000) – PR 19+800.....	30
Tabla 5. Coeficientes estructurales de las capas que conforman la estructura de pavimento.	15
Tabla 6. Niveles Recomendados de Confiabilidad.	55
Tabla 7. Coeficientes en función de la calidad del drenaje.	56
Tabla 8. Valores recomendados de desviación estándar.	57
Tabla 9. Características mecánicas de la estructura de pavimento.	57
Tabla 10. Sección nueva – Vía existente.....	58
Tabla 11. Aportación de la SBG existente - Estructura Mixta.	58
Tabla 12. Aportación de SBG-existente – Estructura continua.	59
Tabla 13. Sin aportación de SBG- existente - Estructura continua.	59
Tabla 14. Sección nueva- Base estabilizada con cemento (INV-341-07).....	60
Tabla 15. Aportación de SBG-existente, capa continua.....	60
Tabla 16. Número estructural requerido según sectores homogéneos diferenciados.....	61
Tabla 17. Sector homogéneo 2: PR 2+145 – PR 3+600.....	61
Tabla 18. Sector homogéneo 3: PR 3+600 – PR 4+400.....	62
Tabla 19. Sector homogéneo 5: PR 7+500 – PR 8+790.....	62
Tabla 20. Espesores de paquete de firmes.....	62
Tabla 21. Sector homogéneo 6: PR 8+790 – PR9+090.	63
Tabla 22. Sector homogéneo 8: PR 9+900 – PR 11+990.....	63
Tabla 23. Sector homogéneo 9: PR 11+990 – PR 15+000, alternativa 1.....	64
Tabla 24. Espesores de paquete de firmes.....	64
Tabla 25. Sector homogéneo 10: PR 15+000 – PR 17+800.....	65
Tabla 26. Sector homogéneo 11: K17+800 – K19+800.....	65
Tabla 27. Estructura: Material reciclado – Base granular – Capa asfáltica.	66
Tabla 28. Estructura en ampliación: Subbase granular – Material reciclado – Base Granular – Capa asfáltica.	66

Tabla 29. Estructura: Material reciclado – Base granular – Capa asfáltica.	67
Tabla 30. Estructura en ampliación: Material reciclado – Base Granular – Capa asfáltica.	67
Tabla 31. Alternativa: Base REPACE – Capa asfáltica.	67
Tabla 32. Alternativa: Base REPACE – Capa asfáltica.	68
Tabla 33. Alternativa: Base REPACE – Capa asfáltica.	68
Tabla 34. Estructura en ampliación para Alternativa 1: Subbase granular – Material reciclado - Base REPACE – Capa asfáltica.	69
Tabla 35. Estructura en ampliación para Alternativa 2: Subbbase granular - Material reciclado - Base granular – Capa asfáltica.	69
Tabla 36. Avance caisons puente 3.	79
Tabla 37. Avance caisons puente 3.	81
Tabla 38. Diseño no objetado.	84
Tabla 39. Diseño empleado.	85
Tabla 40. Resumen Glorietas Hito 59.	128
Tabla 41. Resumen Estaciones Hidrometeorológicas.	134
Tabla 42. Valores medidos de áreas de Cuencas de Drenaje (km ² y ha).	137
Tabla 43. Valores medidos de áreas de Cuencas de Drenaje (km ² y ha).	138
Tabla 44. Valores Medidos de Áreas de Cuencas Secundarias de Drenaje (km ² y ha).	139
Tabla 45. Coeficiente de escorrentía, método racional.	143
Tabla 46. Box Culvert del Hito 56.	154
Tabla 47. Box Culvert del Hito 57.	155
Tabla 48. Box Culvert del Hito 59.	156
Tabla 49. Régimen Hidráulico Caño Hormiguerito.	159
Tabla 50. Datos de entrada Modelos Hidráulicos – Quebrada Buturama.	160
Tabla 51. Resumen principal de resultados del Estudio Hidrológico.	171
Tabla 52. Resumen principal de resultados del Estudio Hidráulico.	172
Tabla 53. Tabla resumen sectorización por tipo de cimentación.	196
Tabla 54. Ensayos requeridos de acuerdo con INVIAS.	198
Tabla 55. Espesores de pavimento.	199
Tabla 56. Rangos de comportamiento en pavimentos flexibles.	200
Tabla 57. Espesores de pavimento Hito 60.	204

Tabla 58. Espesores de pavimento Hito 61.....	204
Tabla 59. Espesores de pavimento Hito 62.....	206
Tabla 60. Espesores de pavimento Hito 63.....	207
Tabla 61. Muestras programadas para el Tramo 8.....	211
Tabla 62. Reporte de Actividades de Ensayos y Muestras realizadas para el Tramo-8- 12 y 26 de febrero de 2016.....	212
Tabla 63. Cantera Peralonso.....	213
Tabla 64. Muestras programadas para el Tramo 8.....	215
Tabla 65. Reporte de Actividades de Ensayos y Muestras realizadas para el Tramo-8- en el mes de marzo de 2016.....	216
Tabla 66. Ensayo contenido de asfalto km 16+500 al 17+000.....	217
Tabla 67. Tabla resumen toma de densidades.....	220
Tabla 68. Tabla resumen toma de densidades.....	221
Tabla 69. Resultados densidades.....	224
Tabla 70. Muestras programadas para el Tramo 8.....	225
Tabla 71. Componentes del cálculo de avance de obra.....	232
Tabla 72. Documentos Entregados febrero de 2016.....	236
Tabla 73. Estado de Estudios y Diseños Transversal Río de Oro – Aguaclara – Gamarra.....	237
Tabla 74. Cálculo de avance de obra.....	238
Tabla 75. Diseños Técnicos de Obra (DTO) presentados en el mes de febrero.....	240
Tabla 76. Diseños Técnicos de Obra (DTO) presentados en el mes de marzo.....	241
Tabla 77. Diseños Técnicos de Obra (DTO) presentados en el mes de abril.....	242

Lista de Apéndices

Apéndice A. Uso de termopolímero ELVALOY.....	255
Apéndice B. Registro fotográfico y temas pendientes.....	255
Apéndice C. Información hidrológica del terreno.....	255
Apéndice D. Resultados ensayos de laboratorio.....	255
Apéndice E. Actas de medición de avance de obra, registro DTO'S, especificaciones y formatos.....	255

Resumen

En el presente trabajo se realizará la inspección y coordinación en el avance de la construcción de la infraestructura vial, que pretende mejorar la calidad del pavimento y todas las condiciones tanto estructurales como hidráulicas, de la carretera que comunica a Rio de Oro, Aguaclara y Gamarra, perteneciente a la Ruta del Sol Sector 2, lo que hace necesario verificar el cumplimiento de los diseños establecidos en el proyecto de forma contractual, puesto que estas actividades representan un gran desarrollo económico en la región, es reflejo de grandes avances en la ingeniería y permite un alto beneficio a la comunidad, en temas de transporte y comunicación.

El constante seguimiento de los trabajos que se realizan en todo el trayecto de vía, sustenta el cumplimiento de los objetivos trazados en los avances de obra, lo que busca la perfecta realización del proyecto, teniendo como base los estudios y diseños, que son el objetivo principal del Concesionario, basados en el alcance técnico y económico obtenido, que muestra como gran alternativa la rehabilitación del pavimento, para que este asuma las solicitudes de tránsito bajo condiciones ambientales que presenta la zona, teniendo de base todas las especificaciones técnicas dadas por INVIAS.

Por otro lado, se mostrará el servicio que ofrece la Interventoría, el cual permite dar cumplimiento a las Políticas, Normas de Calidad, Salud Ocupacional y Ambiente establecidas por la compañía, en relación al contrato, lo que directamente obliga a realizar trabajos en sitios de obra, para así coordinar el avance y supervisar el buen funcionamiento de todas las actividades a fin de garantizar la calidad de los trabajos con base en los requerimiento obtenidos para el desarrollo del proyecto, lo que en resumen busca mantener un óptimo nivel de servicio adecuado

para los usuarios de las vías, en este caso Transversal Rio de Oro – Aguaclara – Gamarra, en la Ruta del Sol sector.

Introducción

El Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar es el resultado de la unión de una empresa chilena y una colombiana para desarrollar la Interventoría a la Concesión de la Ruta del Sol Sector 2. (Puerto Salgar-Cundinamarca, San Roque- Cesar), el cual fundamenta su funcionamiento en el constante seguimiento de la construcción de la infraestructura vial de este sector, y cada una de las actividades que en él se desarrollan. Actualmente se encuentra certificado con las normas ISO 9001; Sistemas de Gestión de Calidad, ISO 14001; Sistemas de Gestión Ambiental y OSHAS 18001; Prevención de Riesgos Laborales, por esta razón los procesos de comunicación interna son muy importantes en la organización, lo que conlleva a mantener informados a todos los colaboradores sobre las diferentes actividades que se realizan al interior de la organización, generando un excelente clima organizacional.

Para ello ha sido necesario contar con un amplio cuerpo de trabajo, que organizando su estructura, que ha ido llevando cada uno de los procesos requeridos en el contrato, y que obligan al CPVPS a cumplir a cabalidad cada punto contractual durante y después del desarrollo del proyecto, lo que ofrece un constante seguimiento a cada una de las obras.

Por otro lado, el campo estructural ha ido creciendo día a día, generando grandes oportunidades para darse a conocer a nivel mundial, lo que abrirá muchas puertas en el futuro de la empresa; así que ser el encargado de realizar la Interventoría para la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) del proyecto Ruta del Sol Sector 2, otorga un gran espacio en la comunidad ingenieril para esta entidad interventora, en la que se llevan grandes procesos

como el de la Transversal (Rio de Oro – Aguaclara – Gamarra), a cargo de la Concesionaria Ruta del Sol S.A.S, y que representa uno de los grandes retos de este Consorcio.

Teniendo presente lo antes mencionado, se enfoca el trabajo de grado en un proyecto que otorgué garantías en lo referente al contenido del contrato, en lo que se incluye una revisión constante al avance de la construcción de la vía, de su pleno desarrollo en cada uno de los marcos mencionados. Aparte de ello, se responsabiliza al área perteneciente, de la realización del control de ejecución de las obras que son objeto de esta Interventoría, por lo que se acoge asesoría, apoyo y soporte para revisar los ajustes en los estudios y diseños que adelante el Concesionario, conceptuando cambios que se propongan, y obras adicionales o complementarias que se presenten.

Capítulo 1: Inspección y coordinación en el avance de la construcción de la infraestructura vial en la transversal Rio de Oro – Aguaclara - Gamarra de la Ruta del Sol Sector 2

1.1. Descripción breve de la empresa.

R&Q Ingeniería es una compañía chilena que desde 1977 ha construido una sólida reputación gracias a su participación en importantes proyectos de inversión pública y privada en nuestro país y en el extranjero. El desarrollo de sus equipos les permitió ingresar en la inspección de importantes obras viales y luego en los innovadores planes de concesiones de infraestructura. Posteriormente R&Q incorporó proyectos de minería, lo que le permitió diversificar sus servicios. Hoy, más de 600 profesionales forman parte de un equipo de diseño y construcción de importantes proyectos de desarrollo.

SERVINC, es una compañía colombiana fundada en el año de 1993, ha ejecutado un gran número de proyectos de consultoría, entre los que destacan los de Interventoría y en especial los de concesión. En su historia ha realizado en Colombia la Interventoría a 8 concesiones de carreteras, una de acueducto y alcantarillado y otra de residuos sólidos.

Estas dos compañías, buscando aprovechar las fortalezas de cada una, se unieron a través de un consorcio en el año 2011 para presentar oferta y ejecutar la Interventoría al Contrato 01 de 2010, la Concesión del Sector 2 de la Ruta del Sol.

El propósito principal de este consorcio es cumplir cabalmente las obligaciones establecidas en el contrato suscrito con la ANI. Asimismo, es fundamental para las empresas socias ser reconocidas por la ANI y el mercado como la mejor opción para la ejecución de proyectos de esta magnitud y alcance.

Para garantizar el cumplimiento de su propósito y el logro de su visión a lo largo de la ejecución del proyecto Ruta del Sol Sector 2, cuenta con funcionarios, profesionales especialistas, proveedores especializados organizados de tal manera que permitan la consecución de los objetivos y metas del Consorcio (NEIG de Interventoría, 2015). El Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar, ha adoptado el Plan de Gestión de Calidad de Servinc.

1.1.1. Misión. Servinc es una empresa que presta sus servicios a entidades estatales y privadas apoyando la ejecución de proyectos de consultoría. Realiza estas actividades a través del continuo desarrollo del recurso humano, equipos e infraestructura; garantizando la satisfacción del cliente, el desarrollo sostenible, la seguridad industrial y la salud ocupacional.

1.1.2. Visión. Servinc busca afianzarse a nivel nacional como una empresa líder e innovadora, de tal forma que le sea posible mantenerse en los países sudamericanos e incursionar en el año 2016 en Centro América y el Caribe, apoyados en un mejoramiento continuo y el Sistema Integrado de Gestión.

1.1.3. Objetivos de la empresa. La estrategia de SERVINC para alcanzar su misión y

visión está fundamentada sobre los siguientes objetivos:

Ejecutar proyectos dentro de los criterios de calidad, cumplimiento de los requisitos del cliente en cuanto a plazos y costos.

Cumplir los requisitos establecidos por los clientes.

Cumplir los requisitos legales aplicables a las operaciones de SERVINC.

Intervenir mediante programas estructurados los riesgos valorados como MEDIO y ALTO con el fin de prevenir potenciales accidentes y enfermedades laborales.

Prevenir y controlar los riesgos Biomecánico, visual y respiratorio a los cuales están expuestos los trabajadores.

Disminuir las pérdidas económicas por daño a la propiedad.

Manejar de forma integral los residuos sólidos generados en la empresa.

Mantener el consumo de agua y energía.

Controlar las emisiones atmosféricas.

Asegurar la inversión de los recursos necesarios para el Sistema Integrado de Gestión.

Garantizar el compromiso de los colaboradores con el SIG.

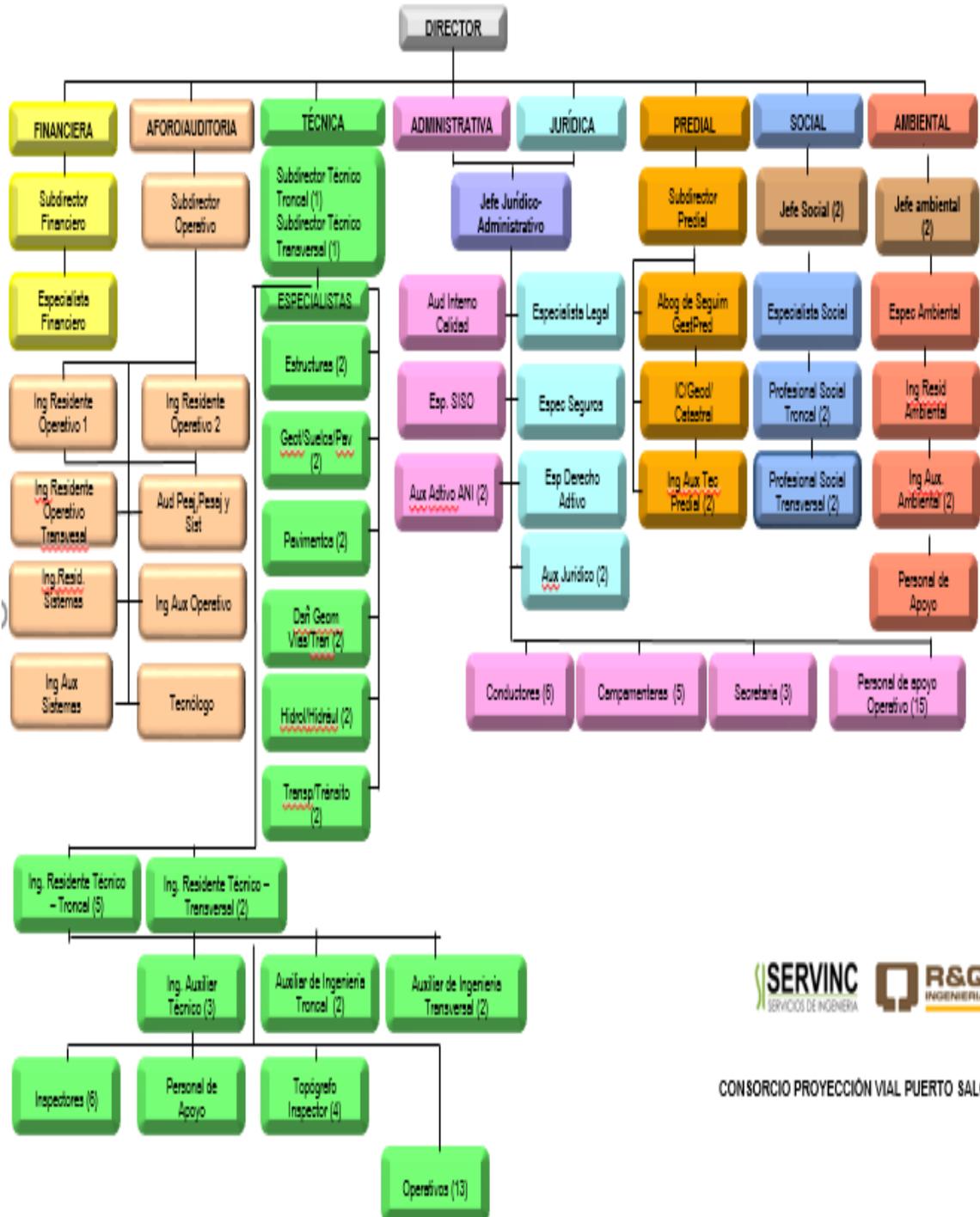
1.1.4. Descripción de la estructura organizacional. Soportada por una estructura organizacional que se divide en niveles así:

- **Dirección:** Que lo componen Dirección general, en donde se establece y se lidera la ejecución del plan estratégico.

- **Subdirección:** Que lo componen subdirección financiera, operativa, técnica, jurídico – administrativa, Predial, Social y Ambiental, la cual a través de los jefes de áreas establecidos se encadena y promueve el plan estratégico.

- **Administrativo:** Conformado por el área jurídico-administrativa, se encarga de fomentar los principios rectores de vigilancia, control, legalidad y transparencia durante la ejecución del proyecto.

- **Operativo:** Conformado por funcionarios, profesionales, especialistas y proveedores, encargado de implantar y ejecutar las actividades a partir de los lineamientos de la Dirección y de los principios de vigilancia, control en la ejecución del proyecto Ruta del sol a partir del contrato firmado por la ANI.



CONSORCIO PROYECCIÓN VIAL PUERTO SALGAR

Figura 1. Organigrama institucional.

Nota. Fuente: Premio NEIG de Interventorías (2015).

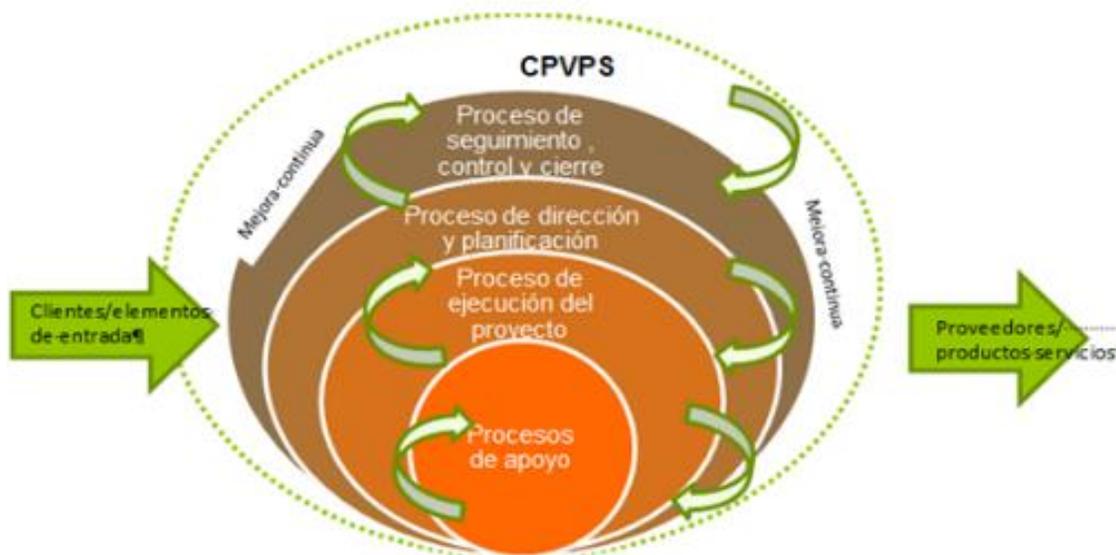


Figura 2. Mapa de Procesos.

Nota. Fuente: Premio NEIG de Interventorías (.2015)

1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado. El área técnica del consorcio Proyección vial Puerto Salgar, está relacionada con las demás áreas y diferentes procesos que se llevan a cabo dentro de la empresa, permitiendo abarcar toda la información necesaria para el buen funcionamiento de esta.

La naturaleza de las obras y servicios necesarios para obtener objetivos trazados, requieren de una inversión prioritario, una buena ejecución de obra en cuanto a la construcción de una nueva calzada, sus características geométricas, sección transversal, mantenimiento, conservación y operación del sector, cuyo funcionamiento y manejo está ligado a la supervisión de la Interventoría, que garantiza un proceso de vigilancia que otorgue| buen servicio a la comunidad.

La gestión para el uso y protección de la infraestructura, forman parte de los procesos ejecutados por esta área, para su buen uso y protección, incluyendo el monitoreo de tráfico y la evaluación periódica del estado de la red vial, así como la proyección a conservar en buen estado cada una de las instalaciones que se usan para este proceso.

La revisión de estos procesos define el nivel adecuado de obras de construcción, rehabilitación y mejoramiento de cada una de las obras intervenidas en el sector 2, del Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar.

La revisión de los avances constructivos se fundamenta en la conceptualización en el avance del proyecto, con lo contratado según el programa de actividades, cronograma de trabajos, avance de obra e inversiones, planos y obras ejecutadas. Para ello se emiten informes respecto a cada tema, y se conceptúan alternativas de desarrollo del contrato.

Por otro lado, el estudio técnico centra también la medición de cantidades de obras como parte principal, para evitar complicaciones que puedan tornarse críticas. Cada una de las obras ejecutadas, debe tener un alcance básico en el manejo de cantidades de obra, dado por el contrato, que especifica el cumplimiento de cada actividad, incluida aquellas que puedan surgir, el cual no debe superar costos adicionales.

La identificación de puntos críticos, y sus respectivos correctivos, refleja un conjunto de pruebas informadas periódicamente, que verifiquen con semejanzas a la concesión, cada una de las obras que se realicen, y los efectos que puedan tener en otra actividad.

La inspección final de la obra por parte del interventor, efectúa el debido cumplimiento de diseño, alcance ejecutado, costos, informes de laboratorio y cada una de las especificaciones, normas técnicas y demás Apéndices del contrato.

La verificación del plan de aseguramiento de calidad, para el desarrollo de estudios presentados, tiene su debido plazo, el cual contendrá las recomendaciones sobre el cronograma y recursos adscritos al trabajo, en cuanto a plazos y calidad adquiridos en el contrato.

La evaluación de las propuestas sobre duplicación de la calzada y otro tipo de construcción, como ubicación de retornos y puentes, incluyendo instalación y reparación de cerramiento, resaltan ajustes que se generan debido a un proceso que se requiere, y que exige la debida actividad propuesta en los informes que se entregan, la gestión del transporte público, requiere un estudio que identifique y proponga elementos asociados a su infraestructura, que deberá construirse, operar y mantenerse como parte de este proyecto (SERVIC LTDA, 2015).

Figura 3. Organigrama del área técnica.



Nota. Fuente: Manual de funciones inspector vial SERVINC LTDA. Bogotá, Cundinamarca (2015).

1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.

Tabla 1.

Matriz DOFA.

		FORTALEZAS	DEBILIDADES
Ambiente Interno		Cuenta con un manual de funciones ajustadas al perfil de cada cargo. Existen relaciones necesarias para la adecuada ejecución del trabajo, como colaboradores del consorcio, la agencia y el Concesionario.	No hay atención continua para los funcionarios. Mal manejo de tiempo en la organización de datos debido a la dependencia de información de la concesión.
	Ambiente Externo	Existe facilidad para el manejo de información gracias al equipo tecnológico con el que se cuenta Atenta elaboración, revisión y aprobación de la documentación por parte del director de proyecto, subdirectores, coordinador del proyecto.	Desperdicio del recurso de caja menor, incluso de servicios prestados por la empresa.
OPORTUNIDADES		FO (MAXI-MAXI)	DO (MINI-MAXI)
Capacitación tecnológica y documental, para la innovación en el área de trabajo.		Mejorar las condiciones del área de trabajo, aplicando las capacitaciones de higiene y seguridad industrial.	Realizar exámenes periódicos para seguimiento de la salud y bienestar de nuestros funcionarios.
Manejo completo de los recursos técnicos y operacionales.		Mantener y mejorar el SIG a partir de la implementación de las oportunidades de mejora en los diferentes procesos de gestión.	Implementar elementos encaminados a prevenir, detectar y reportar operaciones que podrían estar relacionadas con actividades delictivas
Incursionar con mayor amplitud en el campo internacional.			
AMENAZAS		FA (MAXI-MINI)	DA (MINI-MINI)
Cambios en la legislación, por la constante inversión nacional en proyectos de infraestructura.		Implementar herramientas que permitan la innovación en la toma de decisiones y el mejoramiento de los procesos, como el software SAP BUSINESS ONE. Verificar el cumplimiento de las especificaciones dadas para la inspección vial, incluyendo apéndices de reglamentación.	Realizar con periodicidad un estudio y revisión en el interior del área jurídica.
El crecimiento de la competencia.			Verificar el cumplimiento de las obligaciones contractuales del Concesionario.
Los escándalos de corrupción relacionados con la infraestructura.			Realizar seguimiento a los eventos eximentes y otro tipo de situaciones, incluyendo el concepto de la Interventoría y la agencia, así como cada una de las comunicaciones al respecto.

Nota. Fuente: Autor (2016).

1.2.1. Planteamiento del problema. Actualmente en el área técnica del Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar, se llevan a cabo muchos procesos que son fundamentales para el buen funcionamiento de la interventora, y que hacen de esta un ente importante en el desarrollo de la infraestructura vial en el país. Cada una de las actividades ejecutadas, están encaminadas a la generación del progreso del proyecto y buscan el cumplimiento de la normatividad establecida en los contratos, buscando el constante mejoramiento en la intervención de nuevos mega proyectos que se generen. Para poder llevar a cabo dichas actividades, fue necesaria la creación de un consorcio entre las firmas R&Q (compañía de ingeniería chilena) y SERVINC (servicios de ingeniería colombiana), que se encargase de la Interventoría de las obras ejecutadas en la Ruta del Sol Sector 2, que actualmente se encuentra certificado con las normas ISO 9001; Sistemas de Gestión de Calidad, ISO 14001; Sistemas de Gestión Ambiental y OSHAS 18001; Prevención de Riesgos Laborales, y que abarca los tramos de Puerto Salgar (Cundinamarca) hasta San Roque (Cesar), en el que actualmente se trabaja en la variante del tramo 8, correspondiente a la Transversal Rio de Oro-Aguaclara-Gamarra (80 km aproximadamente), que se encuentra dividida en tres subtramos, el subtramo 1 que va desde Puertos del Norte y Sur (Gamarra) hasta Aguaclara, el subtramo 2 que va desde Aguaclara hasta el PR 20+000 y el subtramo 3 que va desde el PR 20+000 hasta el PR 43+000 (Rio de Oro).

En esta transversal se generan un conjunto actividades en pro del mejoramiento de la vía, construcciones que requieren un personal capacitado para garantizar una fluida marcha y disminuir demoras en el progreso.

Partiendo de esta necesidad de resolver las dificultades que se presentan durante el desarrollo del proyecto, se ha decidido brindar un apoyo en el área técnica. Por consiguiente, se aportará con la redacción y ejecución de una propuesta para enriquecer los procedimientos que se llevan a cabo, ofreciendo ayuda en la inspección y coordinación de los avances en la construcción e infraestructura vial, cumpliendo a cabalidad cada una de las necesidades que se han manifestado. Resaltando la participación del consorcio como ente interventor a nivel nacional en la ejecución del proyecto “Ruta del Sol Sector 2”.

1.3. Objetivos de la pasantía.

1.3.1. Objetivo general.

Inspeccionar y coordinar el avance de la construcción de la infraestructura vial en la transversal Rio de Oro-Aguaclara-Gamarra de la Ruta del Sol Sector 2.

1.3.2. Objetivos específicos.

Verificar que las obras que son objeto de la Interventoría, cumplan con las especificaciones generales de la construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras, dadas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en el 2014, haciendo requerimientos al Concesionario para que corrija los incumplimientos del contrato.

Registrar la ejecución de las obras de drenaje, adecuación de alcantarillas y construcción de cunetas e instalación de subdrenes diseñados para la transversal Rio de Oro-Aguaclara-Gamarra.

Coordinar junto con un equipo de trabajo los procesos y actividades relacionadas con la medición, pruebas, evaluación y verificación de procedimientos, intervenciones y desempeño del Concesionario en el área técnica durante la pre-construcción, construcción, en la operación y mantenimiento, así como durante la conclusión del contrato de Interventoría.

Realizar la medición del avance de obra ejecutada por el Concesionario de acuerdo al alcance básico del contrato, usando la metodología de avance de obra estipulada en el contrato, fundamentando el correcto uso de materiales de obra y las obras complementarias o adicionales autorizadas y las que surjan durante la ejecución de la obra.

1.4. Descripción de las actividades a desarrollar en la misma.

Tabla 2.

Actividades.

Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los objetivos específicos.
Inspeccionar y coordinar el avance de la construcción de la infraestructura vial en la transversal Rio de Oro-Aguaclara-Gamarra de la Ruta del Sol Sector 2	Verificar que las obras que son objeto de la Interventoría, cumplan con las especificaciones generales de la construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras, dadas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en 2014, haciendo requerimientos al Concesionario para que corrija los incumplimientos del contrato.	Revisar la descripción general del proyecto dada por la concesionaria, lo que respecta a la localización, geología regional, condiciones ambientales y climáticas. <hr/> Realizar un estudio de las obras que van a ejecutarse en los tres subtramos de la transversal, desglosando las actividades por hitos, durante toda la transversal. <hr/> Identificar, con ayuda de los diseños geométricos, las secciones transversales típicas que se usaran en los hitos 56 al 63 de la transversal. <hr/> Ilustrar los diseños de mezclas y pavimentos, que se usarán, para así dar constancia del cumplimiento de lo establecido en el contrato. <hr/> Identificar las alternativas de pavimentación usadas por el Concesionario en base a los estudios realizados. <hr/> Realizar un constante cubrimiento de todos los frentes de obra de la transversal, para verificar el cumplimiento de los procesos constructivos.

“Tabla 2” “Continuación”

<p>Registrar la ejecución de las obras de drenaje, adecuación de alcantarillas y construcción de cunetas e instalación de subdrenes diseñados para la transversal Rio de Oro-Aguaclara-Gamarra.</p>	<p>Llevar un registro de la descripción general de la zona, en lo que se relaciona a estructuras hidráulicas y las exploraciones realizadas inicialmente.</p> <hr/> <p>Revisar los estudios de hidrología de la zona, en lo que respecta a la metodología usada, clasificación climática, análisis de lluvia, caudales y cuencas existentes en toda la transversal.</p> <hr/> <p>Analizar la presentación de obras menores, cunetas, alcantarillas, Box Culvert, rejillas, entre otros, para así manejar los diseños que deben cumplirse.</p> <hr/> <p>Mostrar un resumen de los resultados de estudios de hidrología, hidráulica y socavación, realizados en la transversal.</p> <hr/> <p>Relacionar un listado de las obras de drenaje existentes en la transversal.</p> <hr/> <p>Llevar un registro del seguimiento de cumplimiento de procesos constructivos en la realización de obras hidráulicas.</p>
<p>Coordinar, junto con un equipo de trabajo los procesos y actividades relacionadas con la medición, pruebas, evaluación y verificación de procedimientos, intervenciones y desempeño del Concesionario en el área técnica durante la pre-construcción, construcción, en la operación y mantenimiento, así como durante la conclusión del contrato de Interventoría.</p>	<p>Identificar los estudios iniciales de campo y laboratorios desarrollados en la transversal, en lo que concierne a deflexiones, perfiles estratigráficos y clasificación de subsuelo.</p> <hr/> <p>Realizar un análisis de los estudios iniciales, en donde se ilustre los espesores encontrados en los hitos correspondientes a la transversal.</p> <hr/> <p>Recolectar las respectivas muestras para los diferentes ensayos de laboratorios que se deben realizar y llevar un seguimiento a las mediciones, ensayos y verificaciones que se den.</p>
<p>Realizar la medición del avance de obra ejecutada por el Concesionario de acuerdo al alcance básico del contrato, usando la metodología de avance de obra estipulada en el contrato, fundamentando el correcto uso de materiales de obra y las obras complementarias o adicionales autorizadas y las que surjan durante la ejecución de la obra.</p>	<p>Identificar la metodología usada para registrar el avance de obra mes a mes.</p>

Nota. Fuente: Autor (2016).

1.5. Cronograma de actividades.

Tabla 3.

Cronograma de Actividades.

OBJETIVOS ESPECIFICOS		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																			
		ACTIVIDADES																			
		MES1				MES2				MES3				MES4				MES5			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Verificar que las obras que son objeto de la interventoría, cumplan con las especificaciones generales de la construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras, dadas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en 2014, haciendo requerimientos al concesionario para que corrija los incumplimientos del contrato.		Revisar la descripción general del proyecto dada por la concesionaria, lo que respecta a la localización, geología regional, condiciones ambientales y climáticas.																			
		Realizar un estudio de las obras que van a ejecutarse en los tres subtramos de la transversal, desglosando las actividades por hitos, durante toda la transversal.																			
		Identificar, con ayuda de los diseños geométricos, las secciones transversales típicas que se usaran en los hitos 56 al 63 de la transversal.																			
		Ilustrar los diseños de mezclas y pavimentos, que se usarán, para así dar constancia del cumplimiento de lo establecido en el contrato.																			
		Identificar las alternativas de pavimentación usadas por el concesionario en base a los estudios realizados.																			
		Realizar un constante cubrimiento de todos los frentes de obra de la transversal, para verificar el cumplimiento de los procesos constructivos.																			
		Llevar un registro de la descripción general de la zona, en lo que se relaciona a estructuras hidráulicas y las exploraciones realizadas inicialmente.																			
Registrar la ejecución de las obras de drenaje, adecuación de alcantarillas y construcción de cunetas e instalación de subdrenes diseñados para la transversal Río de Oro-Agua Clara-Gamarra.		Revisar los estudios de hidrología de la zona, en lo que respecta a la metodología usada, clasificación climática, análisis de lluvia, caudales y cuencas existentes en toda la transversal.																			
		Analizar la presentación de obras menores, cunetas, alcantarillas, Box Culvert, rejillas, entre otros, para así manejar los diseños que deben cumplirse.																			
		Mostrar un resumen de los resultados de estudios de hidrología, hidráulica y socavación, realizados en la transversal.																			
		Relacionar un listado de las obras de drenaje existentes en la transversal.																			
		Llevar un registro del seguimiento de cumplimiento de procesos constructivos en la realización de obras hidráulicas.																			

“Tabla 3” “Continuación”

OBJETIVOS ESPECIFICOS		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																			
		MES1				MES2				MES3				MES4				MES5			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Coordinar, junto con un equipo de trabajo los procesos y actividades relacionadas con la medición, pruebas, evaluación y verificación de procedimientos, intervenciones y desempeño del Concesionario en el área técnica durante la pre-construcción, construcción, en la operación y mantenimiento, así como durante la conclusión del contrato de Interventoría.	Identificar los estudios iniciales de campo y laboratorios desarrollados en la transversal, en lo que concierne a deflexiones, perfiles estratigráficos y clasificación de subsuelo.																				
	Realizar un análisis de los estudios iniciales, en donde se ilustre los espesores encontrados en los hitos correspondientes a la transversal.																				
	Recolectar las respectivas muestras para los diferentes ensayos de laboratorios que se deben realizar y llevar un seguimiento a las mediciones, ensayos y verificaciones que se den.																				
Realizar la medición del avance de obra ejecutada por el concesionario de acuerdo al alcance básico del contrato, usando la metodología de avance de obra estipulada en el contrato, fundamentando el correcto uso de materiales de obra y las obras complementarias o adicionales autorizadas y las que surjan durante la ejecución de la obra.	Identificar la metodología usada para registrar el avance de obra mes a mes.																				
	Llevar el orden de especificaciones técnicas y los registros de avance de obra, en cada actividad que componen el proyecto.																				
	Llevar un registro de los diseños técnicos de obra “DTO’S”, presentados por el concesionario durante el avance del proyecto.																				

Nota. Fuente: Autor (2016).

1.6. Zonas a intervenir en la ejecución del proyecto de la transversal Río de Oro-Aguaclara-Gamarra de la Ruta del Sol Sector 2.



Figura 4. Ruta del Sol Sector 2.

Nota. Fuente: Premio NEIG de Interventorías. Capítulo concesiones. Servicios de Ingeniería SERVINC LTDA. R&Q Ingeniería. Bogotá, Cundinamarca. (2015).

En la anterior imagen se muestra la trayectoria intervenir por parte de la Ruta del Sol Sector 2, tramo que conduce desde Puerto Salgar (Cundinamarca) hasta San Roque (Cesar), incluyendo la transversal Río de Oro-Aguaclara-Gamarra, área en la que se pretende realizar el trabajo de pasantías.

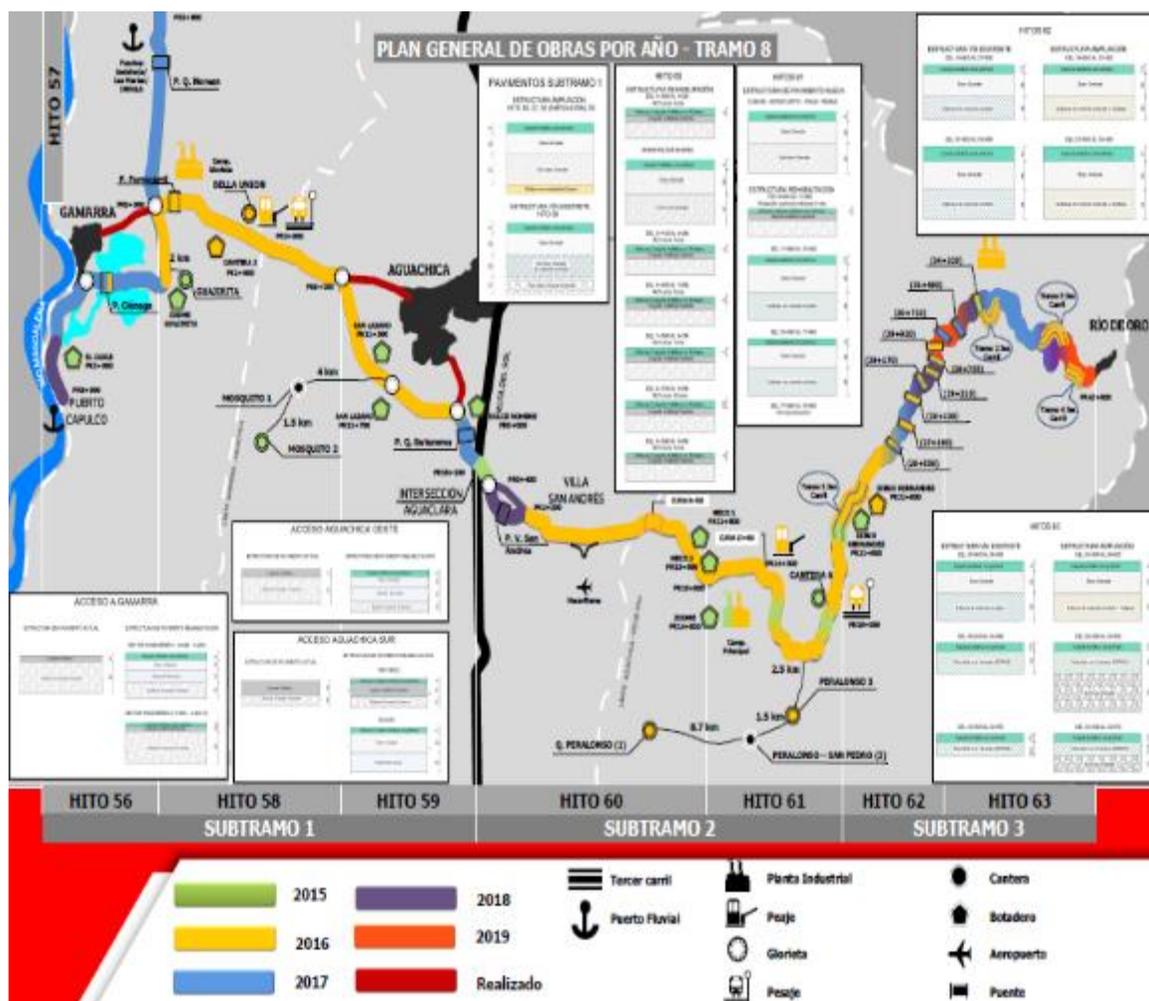


Figura 5. Plan general de obras por año.

Nota. Fuente: Premio NEIG de Interventorías (2015).

Se identifican cada uno de los sub-tramos en los que se trabajará y se especifican las localizaciones y duración de estas actividades, en lo referente al plan de obras. Todo esto para lograr apreciar de forma específica la zona de trabajo y cada uno de los PR (puntos de referencia) a los que pertenecen las áreas a estudiar.



Figura 6. Estado actual y concentración del proyecto.

Nota. Fuente: Premio NEIG de Interventorías (2015).

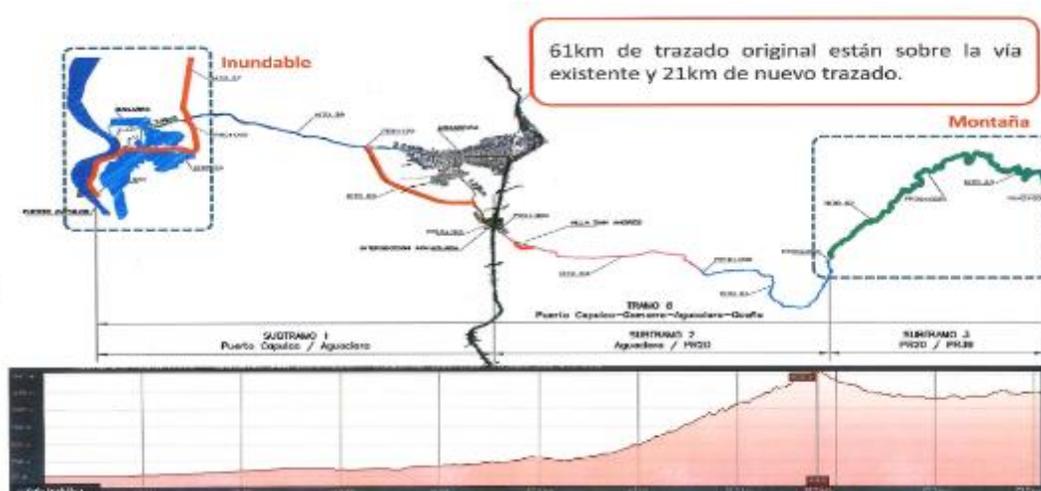


Figura 7. Descripción trazada.

Nota. Fuente: Premio NEIG de Interventorías. (2015).

Capítulo 2: Enfoques referenciales

2.1. Enfoque conceptual.

Para desarrollar este trabajo de grado es necesario realizar el siguiente marco conceptual según el glosario de términos frecuentes en proyectos de infraestructura vial (2008) y Manual de diseño geométrico de transportes (2008).

2.1.1. Pavimento. Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que la carga repetida del tránsito le transmite durante el período para el cual fue diseñado la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos.

2.1.2. Pavimento flexible. Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado.

2.1.3. Alcantarilla. Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tiene por objeto dar pasó rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino.

2.1.4. Berma. Faja comprendida entre el borde de la calzada y la cuneta. Sirve de confinamiento lateral de la superficie de rodadura, controla la humedad y las posibles erosiones de la calzada.

2.1.5. Bombeo. Pendiente transversal en las entretangencias horizontales de la vía, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua. Está pendiente, va generalmente del eje hacia los bordes.

2.1.6. Calzada. Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado.

2.1.7. Carretera. Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.

2.1.8. Carril. Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.

2.1.9. Corona. Corresponde al conjunto formado por la calzada y las bermas.

2.1.10. Cuneta. Zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Su geometría puede variar según las condiciones de la vía y del área que drenan.

2.1.11. Derecho de vía. Faja de terreno destinada a la construcción de la vía y sus futuras ampliaciones.

2.1.12. Estudio de Impacto Ambiental. Estudio cuya finalidad es la determinación detallada de los efectos producidos por el proyecto vial, la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, y el cálculo de los costos de las obras de mitigación ambiental.

2.1.13. Intersección. Dispositivos viales en los que dos o más carreteras se encuentran ya sea en un mismo nivel o bien en distintos, produciéndose cruces y cambios de trayectorias de los vehículos que por ellos circulan.

2.1.14. Longitud de aplanamiento. Longitud necesaria para que el carril exterior pierda su bombeo o se aplane con respecto al eje de rotación.

2.1.15. Nivel de servicio. Refleja las condiciones operativas del tránsito vehicular en relación con variables tales como la velocidad y tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, la comodidad, los deseos del usuario y la seguridad vial.

2.1.16. Obras de drenaje. Obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado.

2.1.17. Obras de Subdrenaje. Obras proyectadas para eliminar el exceso de agua del suelo a fin de garantizar la estabilidad de la banca y de los taludes de la carretera. Ello se consigue interceptando los flujos subterráneos, y haciendo descender el nivel freático.

2.1.18. Pendiente transversal del terreno. Corresponde a las inclinaciones naturales del

terreno, medidas en el sentido transversal del eje de la vía.

2.1.19. Peralte. Inclinación dada al perfil transversal de una carretera en los tramos en curva horizontal para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento. También contribuye al escurrimiento del agua lluvia.

2.1.20. Puente. Estructura de drenaje cuya luz mayor, medida paralela al eje de la carretera, es mayor de diez metros (10 m).

2.1.21. Rasante. Es la proyección vertical del desarrollo del eje de la superficie de rodadura de la vía.

2.1.22. Separador. Zonas verdes o zonas duras colocadas paralelamente al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central o mediana) o para separar calzadas destinadas al mismo sentido de tránsito (calzadas laterales).

2.1.23. Sobreancho. Aumento en la sección transversal de una calzada en las curvas, con la finalidad de mantener la distancia lateral entre los vehículos en movimiento.

2.1.24. Subrasante. Superficie especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento.

2.1.25. Talud. Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén.

2.1.26. Vehículo de diseño. Tipo de vehículo cuyo peso, dimensiones y características de operación se usan para establecer los controles de diseño que acomoden vehículos del tipo designado. Con propósitos de diseño geométrico, el vehículo de diseño debe ser uno, se podría decir que imaginario, cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean mayores que los de la mayoría de vehículos de su clase.

2.1.27. Velocidad de diseño. Velocidad guía o de referencia de un tramo homogéneo de carretera, que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de seguridad y comodidad.

2.1.28. Consorcio. Asociación de empresas o entidades con intereses comunes para participar conjuntamente en un proyecto o negocio importante

2.1.29. Interventoría. Proceso de supervisión y control que un tercero ejerce sobre un contrato para verificar, exigir y velar por el cumplimiento de lo establecido contractualmente desde el punto de vista técnico, administrativo y financiero.

2.1.30. Hito. Poste de piedra o cualquier señal clavada en el suelo que sirve para marcar el límite de un territorio o de una propiedad, o para indicar las distancias o la dirección en un camino.

2.2. Enfoque legal.

Para cumplir el propósito del este trabajo de grado es necesario el siguiente enfoque legal según el manual de carreteras Invías (2014).

2.2.1. Invías. Especificaciones generales para la construcción de carreteras.

2.2.2. NTC 4739 2011. Uso de lámina retrorreflectiva para control de tránsito.

2.2.3 Manual para la inspección visual puentes y pontones. Según convenio 0587 de 2003, este manual presenta recomendaciones para llevar a cabo la inspección visual e inventario de daños que afecten los elementos intervenidos en un Puente o pontón, en virtud de un contrato celebrado con el Instituto Nacional de Vías.

2.2.4. Manual para la inspección visual de obras de estabilización. Según convenio 0587 de 2003, este manual presenta recomendaciones para llevar a cabo la inspección y reporte de daño que puedan llevar a cabo en obras de estabilización, en virtud de un contrato celebrado con el Instituto Nacional de Vías.

2.2.5. Manual de drenaje para carreteras, contrato No 2059 de 2009. Por medio del cual se proveen guías para el planteamiento y diseños de dispositivos hidráulicos relacionados con la infraestructura de transporte terrestre a cargo del Instituto Nacional de Vías.

2.2.6. Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje. Compuesto por seis capítulos que especifican los tipos de estructuras de drenaje, sus componentes y daños típicos, para así lleva el debido reporte del seguimiento.

2.2.7. Manual de señalización vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.

2.2.8. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. Este documento cuenta con cuatro capítulos en el que se describen, los daños más comunes encontrados en pavimentos flexibles, mostrando una breve definición de los mismos, las causas que los generan, la unidad de medición, severidad y evolución probable, cuando estas últimas están definidas.

2.2.9. Contrato de concesión 001 de 2010. Para que el Concesionario por su cuenta y riesgo elabore los diseños, financie, rehabilite, construya, mejore, opere y mantenga el tramo denominado "Transversal Río de Oro-Aguaclara-Gamarra", de conformidad con lo previsto en el numeral 4 del artículo 32 de la ley 80 de 1993.

2.2.10. Contrato de Interventoría 016 de 2012. El cual se regirá por la ley 80 de 1993 , la 1150 de 2007, sus normas reglamentarias y las cláusulas señaladas, cuyo objeto es regular los términos bajo los cuales el interventor se obliga a ejecutar para la AGENCIA la Interventoría integral del contrato de concesión, que incluye pero no se limita a la Interventoría técnica, financiera, contable, jurídica, medio ambiental, socio-Predial, administrativa, de seguro,

operativa y de mantenimiento del contrato de concesión, el cual hace parte del proyecto Vial Ruta del Sol y que corresponde al sector 2 comprendido entre Puerto Salgar - San Roque, así como regular los términos y condiciones bajo los cuales la agencia pagará al interventor de forma mensual la contraprestación ofrecida por el interventor y aceptada por la AGENCIA durante el concurso de méritos consistente en una suma global fija, a través de la subcuenta de Interventoría del Patrimonio Autónomo.

Capítulo 3: Informe de cumplimiento de trabajo

3.1. Presentación de resultados.

3.1.1. Verificar que las obras que son objeto de la Interventoría, cumplan con las especificaciones generales de la construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras, dadas por el instituto nacional de vías (Invías) en el 2014, haciendo requerimientos al Concesionario para que corrija los incumplimientos del contrato.

Fundamento de actividad. Se realiza el seguimiento constante de cada punto de obra durante la transversal con la finalidad de verificar su avance en la construcción correspondiente al primer semestre de 2016, tiempo en el cual se lleva el trabajo de grado.

En cada visita se realizó un registro fotográfico sustentando la actividad en la que se trabaja, el respectivo avance se ve reflejado en cada una de las visitas a los frentes de obra, con la concerniente descripción de la actividad realizada y el avance relacionado en cada imagen.

Se desglosan cada uno de los avances en la obra, registros tomados en el acompañamiento de la construcción, visitas día a día y progreso de vía hito 56 a hito 63. Para ello se hace necesario revisar el estudio inicial usado en los diseños, y así conceptuar el cumplimiento del contrato.

3.1.1.1 Descripción general del proyecto. Localización general. La vía Gamarra – Aguacalara – Río de Oro se encuentra ubicada al sur occidente del Departamento de César, forma

parte indirecta del corredor de la vía Bogotá- Santa Marta y contempla la mejora del corredor de accesibilidad al sector denominado Puerto Capulco, en el Municipio de Gamarra, a orillas del río Magdalena.

La vía es de carácter nacional e integra la zona sur del departamento de César con el río Magdalena y el corredor Aguaclara-Ocaña-Cúcuta-Venezuela. En la figura 8 se presenta la localización general del proyecto.



Figura 8. Localización general del proyecto.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Descripción general del proyecto vial. El corredor vial estudiado se localiza en la Ruta 70 de la red vial nacional, la cual conecta las Rutas 55 (Central del Norte) y 45 (Troncal del Magdalena). En síntesis, el proyecto en estudio forma parte integral de la vía transversal que

conecta el Río Magdalena con Venezuela, integrándose en Aguaclara con la vía troncal que comunica el centro del país con los puertos del Atlántico.

Descripción física del proyecto. La vía existente inicia en el sector de Aguaclara en una zona de Valle aluvial, que hace parte del Valle inferior del Magdalena. Luego el trazado corta abanicos aluviales y terrazas de edad subreciente, que descendieron de la Cordillera Oriental en dirección del Valle del Magdalena, luego retoma el paisaje de llanura aluvial.

A continuación, el trazado de la vía corta un paisaje de lomerío, donde se presenta un relieve colinado estructural erosional, ocasionado por la presencia de rocas vulcano-sedimentarias y sedimentarias afectadas por plegamiento, erosión y disección por corrientes. Este paisaje de lomerío se presenta entre el PR 8+900 y el PR 19+000.

Seguidamente, el trazado de la vía corta un paisaje de montaña, donde se presenta un relieve montañoso de un aditivo, generado por la presencia de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. Esta unidad aparece en la parte media del trazado, entre el PR 19+000 y el PR 43+000 y corresponde al tramo de mayor extensión.

Finalmente, la vía arriba a un sector de valle aluvial intramontano donde presenta un relieve colinado de un aditivo, generado por la disección corrientes sobre un depósito aluvial de edad Neógeno Superior, corresponde a una zona de colinas bajas, con laderas cortas, localmente abruptas, en un valle estrecho, sobre el que se encuentra asentada la población de Ocaña. La red de drenaje es densa, bien integrada de forma sub-dendrítica. El trazado de la vía transcurre por zonas de relieve plano, ondulado y abrupto.

Geología regional. En el hito 56, 57, 58 y 59, correspondientes al sub-tramo 1, la estratigrafía de la zona de estudio consta de depósitos de sedimentos ubicados cronológicamente en el cuaternario. Con base en sus características morfológicas reconocibles en fotografías aéreas, estos depósitos se han dividido en cinco unidades las cuales se presentan los territorios de los municipios de Aguachica y Gamarra. Éstos son depósitos de piedemonte, de granulometría fina y en algunos casos se extienden hasta cercanías de los puertos sobre el río Magdalena, como Gamarra y Palenquillo. Las arenas varían en granulometría de gravosas (cerca al piedemonte) a arenas de grano fino (facies distantes), presentando disminución de tamaño de grano siempre en dirección E-W, de manera similar como sucede con las gravas. La mayor parte de la vía Aguachica – Gamarra se encuentra sobre estos depósitos.

En las cercanías de la zona de estudio, al norte de Aguachica, se localizan depósitos de conos aluviales (QTcal), los cuales son típicos depósitos de piedemonte que forman mesetas suavemente basculadas hacia el SW y presentan espesores entre 100 y 150 metros. Los fragmentos de las gravas provienen de rocas volcánicas y efusivas, así como de epiclásticas (areniscas y lodolitas volcánicas) y sedimentarias (calizas); Los materiales de estos depósitos son principalmente arenas de granulometría fina a gruesa y en menor proporción limos.

Unidades integradas por depósitos de origen aluvial afloran en el sector del Valle del Magdalena. Es un sector de muy poco relieve, correspondiente a depósitos de conos aluviales y terrazas de edad subreciente y reciente, generados como respuesta al proceso de levantamiento de la Cordillera Oriental. Sedimentos aluviales de edad reciente afloran en lecho de algunas corrientes atravesadas por la vía, como en el río de Oro y la quebrada Los Llanos.

Condiciones geológicas de la vía para ingeniería. La carretera Aguachica – Gamarra transcurre por la terraza fluvio-glacial baja que se caracteriza por cantos y gravas en matriz arenosa o en matriz areno-limosa con muy buen drenaje. De allí hacia el occidente (que comprende las derivaciones hacia los puertos del norte y sur (Puerto Capulco), el trazado transcurre en depósitos fluviales de inundación en el que predominan las arenas y arcillas con nivel freático alto y mal drenaje debido a la heterogeneidad del material que pasa lateralmente de arena a arcilla.

Teniendo en cuenta el mapa geológico, se presentan tres zonas a lo largo del trazado vial. Entre las abscisas PR 0+000 y PR 8+900, la vía recorre un paisaje de valle aluvial de muy poco relieve donde se Presentan depósitos aluviales de edad subreciente y reciente. Entre el PR 8+900 y el PR 19+000 la vía atraviesa un paisaje de lomerío, con la presencia de cerros de poca elevación donde afloran rocas vulcano sedimentarias y sedimentarias de edad Jurásica recubiertas por depósitos aluviales de edad subreciente y reciente.

A continuación, y a partir de estas zonas definidas por la cartografía geológica, se define la sectorización del tramo Aguaclara-Ocaña, de acuerdo con las características geomorfológicas, litológicas, estratigráficas y estructurales.

Tabla 4.

Zonificación geológica Subtramo 2- Aguaclara (PR 0+000) – PR 19+800.

Descripción general	Abscisa	Litología	Relieve	Procesos morfo dinámicos	Estabilidad	Rumbo-orientación
Depósito de abanicos aluviales y terrazas (Qcal)	PR0+000 -PR2+030	Arenas, limos y gravas finas a medias, en matriz areno limosa	Valle	Erosión leve, socavación.	Estabilidad Alta	
Depósitos antiguos de abanico aluvial y terraza (QTcal)	PR2+030 - PR2+340	Gravas medias a gruesas en matriz areno limosa, con niveles de arenas	Valle	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Depósito de abanicos aluviales y terrazas (Qcal)	PR2+340 -PR2+440	Arenas, limos y gravas finas a medias, en matriz areno limosa	Valle	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Depósitos antiguos de abanico aluvial y terraza (QTcal)	PR2+440 -PR3+425	Gravas medias a gruesas en matriz areno limosa, con niveles de arenas	Valle	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Depósito de abanicos aluviales y terrazas (Qcal)	PR3+425 -PR6+130	Arenas, limos y gravas finas a medias, en matriz areno limosa	Valle	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Depósitos antiguos de abanico aluvial y terraza (QTcal)	PR6+130 - PR7+225	Gravas medias a gruesas en matriz areno limosa, con niveles de arenas	Valle	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Depósito de abanico aluvial y terraza (Qcal)	PR7+225 -PR8+500	Arenas, limos y gravas finas a medias, en matriz areno limosa	Valle	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Roca Volcánica, toba (Jipe)	PR8+500 -PR8+665	Toba lítica rojiza de composición ande sítica	Valle	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Depósito de abanico aluvial y terraza (Qcal)	PR8+665 -PR8+685	Gravas finas a medias con niveles de arenas.	Valle	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Roca Volcánica, toba (Jipe)	PR8+685 -PR9+905	Toba lítica rojiza de composición ande sítica	Valle	Erosión leve.	Estabilidad baja	N45W 40SW

“Tabla 4” “Continuación”

Descripción general	Abscisa	Litología	Relieve	Procesos morfodinámicos	Estabilidad	Rumbo-orientación
Depósito de aluvión reciente (Sal)	PR8+905 -PR9+185	Gravas finas a medias con niveles de arenas	Valle	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Roca Volcánica, toba (Jipe)	PR9+185 -PR9+435	Toba lítica rojiza de composición ande sitica	Lomerío	Erosión leve.	Estabilidad baja	N435W N435W 35SW
Depósito de aluvión reciente (Qal)	PR9+435 - PR9+705	Gravas gruesas a medias con niveles de arenas.	Lomerío	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Roca Volcánica, toba (Jnpe)	PR9+705 - PR10+235	Toba lítica rojiza de composición andesítica	Lomerío	Erosión leve.	Estabilidad baja	N40E 45 NE
Depósito de aluvión antiguo-terrazza (Qt)	PR10+23 5- PR10+735	Gravas finas a medias con niveles de arenas	Lomerío	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Roca Volcánica, toba (Jnpe)	PR10+73 5- PR11+035	Toba lítica rojiza de composición andesítica	Lomerío	Erosión leve.	Estabilidad baja	N43E 50 NE
Depósito de aluvión reciente (Qal)	PR11+03 5- PR11+685	Gravas gruesas a medias con niveles de arenas.	Lomerío	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Roca Volcánica, toba (Jnpe)	PR11+68 5- PR12+390	Toba lítica verde andesítica	Lomerío	Erosión leve.	Estabilidad baja	
Roca ígnea intrusiva hipoabisal (Jnha)	PR12+39 0- PR13+190	Andesita Porfirítica gris	Lomerío	Erosión leve.	Estabilidad intermedia	
Roca Volcánica, toba (Jnpe)	PR13+19 0- PR16+595	Toba lítica verde andesítica	Lomerío	Erosión leve.	Estabilidad baja	N74E 62 SE
Depósito de aluvión reciente (Qal)	PR16+59 5- PR19+515	Gravas finas a medias con niveles de arenas	Lomerío	Erosión leve.	Estabilidad Alta	
Roca sedimentaria Formación Jordán (Jj)	PR19+51 5 PR22+390	Areniscas líticas con niveles de limolitas y tobas.	Montaña	Erosión leve, flujo de detritos.	Estabilidad intermedia	N30E 36 NW

Fuente. Nota: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

La pendiente longitudinal media a lo largo del eje de la carretera existente para los hitos 62 y 63 es del 7%.

Las unidades estratigráficas más relevantes que se presentan en la zona de estudio en orden de importancia son el Neis de Bucaramanga, que está constituido por rocas metamórficas de tipo neis de composición anfibolítica y en algunos sectores variando a cuarzo feldespático. También se definieron valores de GSI que alcanzaron un máximo de 60% y reportaron valores de RQD menores al 50% en los sondeos exploratorios realizados.

En la fundación de estructuras y conformación de nuevas calzadas es conveniente la remoción y el reemplazo de suelos coluviales y antrópicos ya definidos y los que puedan encontrarse en las excavaciones proyectadas.

Condiciones ambientales. El corredor vial en estudio, se encuentra dentro de la zona de planicie o valle medio bajo del Río Magdalena a partir de las estribaciones de la Cordillera Oriental. Según la clasificación climática de Holdrige, para zonas con elevaciones de 0 a 800m, temperaturas mayores a 24° C y precipitaciones anuales entre 1000 y 2000 mm, la zona se clasifica como “Bs-T”, o Bosque Seco Tropical con clima “Cálido - Seco”.

Temperatura. La variación de temperaturas medias registrada en la estación Aguaclara, obedecen a un ciclo unimodal, las temperaturas más altas se registran en los meses de enero a marzo con 29.5°C y descenso no lineal hasta el mes de octubre con 27.4°C, para reiniciar el ciclo con ascenso corto nuevamente hasta obtener los valores más altos en marzo.

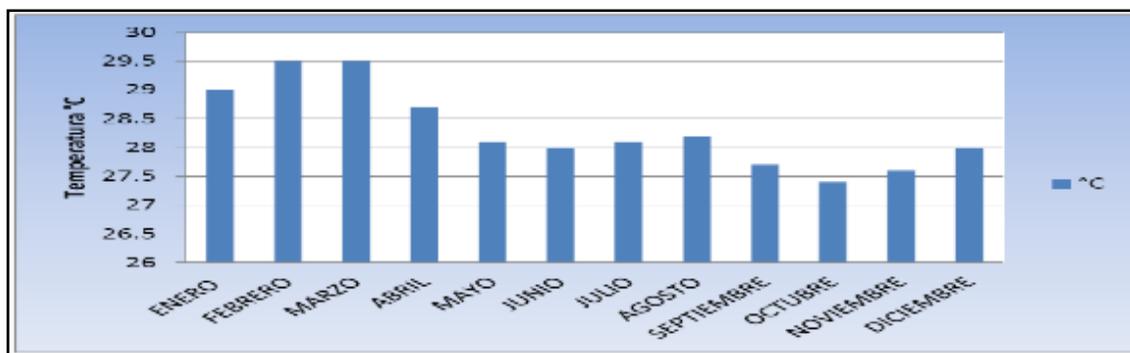


Figura 9. Histograma de valores medios de temperatura mensual multianual Estación Aguaclara.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL. (2011).

Precipitación. La precipitación obedece a un ciclo bimodal con periodos o picos en los meses de mayo (190 y 192mm), septiembre (194mm) y octubre (178mm), un periodo de bajas precipitaciones (diciembre - marzo) con variaciones entre 12 y 35 mm y una zona de transición moderada entre los meses de junio y agosto con 125 mm y 134 mm en julio.

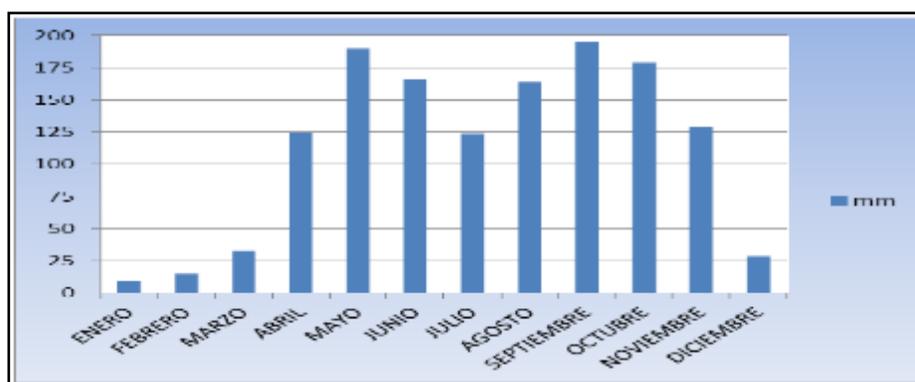


Figura 10. Histograma de precipitación Mensual Multianual Estación Gamarra.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

3.1.1.2 Estudio de obras a ejecutarse. Luego de realizados todos los respectivos estudios en el terreno se determinaron las obras a realizarse, para obtener una vía en

condiciones óptimas para los usuarios, quienes gozarán de este proyecto. En tal sentido se desarrollarán las siguientes actividades, diversificadas por hitos, correspondientes a cada zona de trabajo. El proyecto en el tramo Aguaclara-Gamarra-Puerto Capulco, en el sub-tramo 1, se subdivide en cuatro hitos de desarrollo según se muestra en la figura 11.

Hito 56. Sector correspondiente a la vía Gamarra – Puerto Capulco. L= 8.945 m. Que conecta la Glorieta de acceso a Gamarra con Puerto Capulco (Puertos del Sur), con la siguiente tramificación:

Tramo 1: PR 0+000 – 4+000.- Nueva Construcción. Longitud= 4.000 m.

Tramo 2: PR 4+000 – 8+945 (Proximidades Puerto Capulco).

Actividad: Se aprovecha la vía existente (es decir, se sigue, pero el pavimento no es aprovechable pues la rasante es mucho más elevada para contener la zona inundable).

Longitud: 4.938 m.

Tramo existente: Del 4+000 – 5+500.

Condiciones: Camino no asfaltado ya existente por la parte posterior del Barrio del Cable.

Tramo existente: Del 5+500 – 8+945

Condiciones: Carretera asfaltada.

Hito 57. Sector correspondiente a la vía Gamarra – Impala. L= 5.863 m (nuevo). Nuevo trazado paralelo al ferrocarril, que conecta la Glorieta de acceso a Gamarra con los Puertos del Norte (Impala), con la siguiente tramificación:

Tramo: Glorieta de Gamarra – Impala.

Longitud: 5.863 m.

Actividad: Nueva Construcción paralela por la izquierda al FF.CC.

Hito 58. Sector correspondiente a la vía Glorieta de Gamarra – Glorieta Oeste de Aguachica. L= 8.149 m (nuevo), con la siguiente tramificación:

Tramo: Glorieta de Gamarra – Glorieta Oeste de Aguachica.

Longitud: 8.149 m.

Actividad: Aprovechamiento de lo existente.

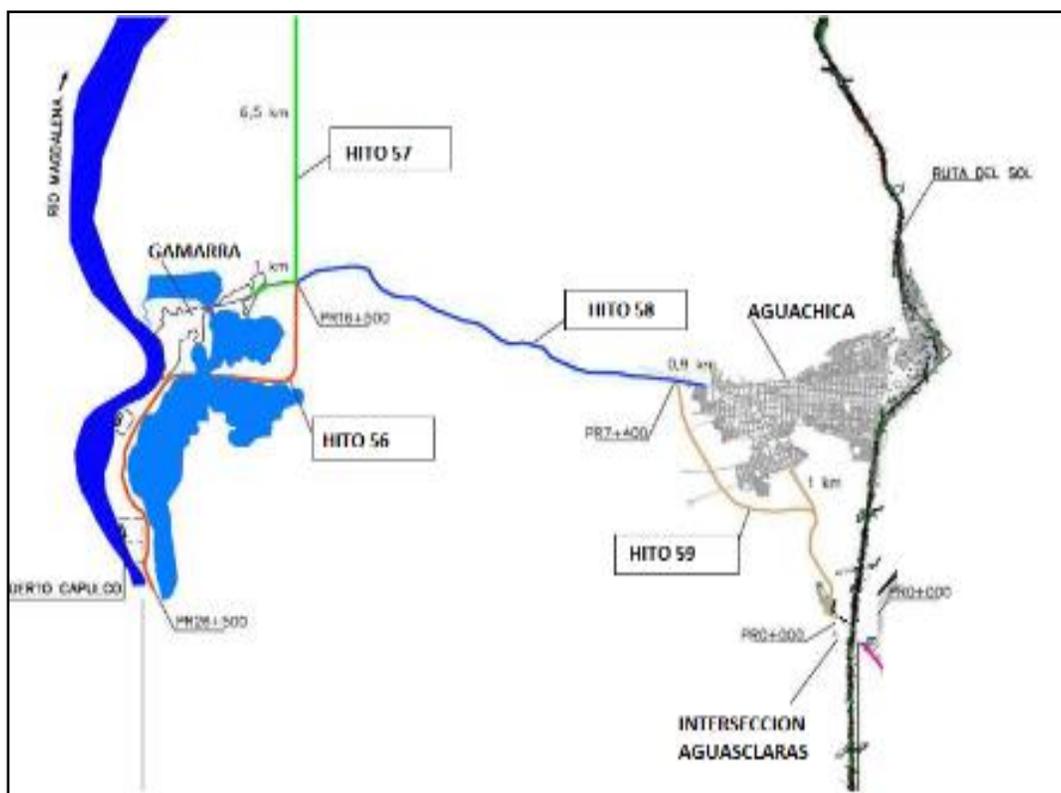


Figura 11. Tramo 1: Aguachica – Gamarra – Puertos Ribereños.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Hito 59. Sector correspondiente a la vía Glorieta Oeste de Aguachica – Intercambiador de Aguaclara (Circunvalar de Aguachica). L= 8.081 m. Con la siguiente tramificación:

Tramo 1: Glorieta Oeste de Aguachica – Glorieta Este (Sur) de Aguachica.

Longitud: 6.350 m.

Actividad: Nueva Construcción.

En algunos sub-tramos del tramo 1, más exactamente entre 15+570-15+830 y 16+050 a 16+200, se hará aprovechamiento de lo existente.

Tramo 2: Glorieta Este (Sur) de Aguachica – Intercambiador de Aguaclara.

Longitud: 1.731 m.

Actividad: Discurre aprovechando relativamente o próxima a la carretera existente, subiendo la rasante por el aumento de caudal de la Quebrada Buturama y recortando las curvas de los PR's 15+450 y 15+950.

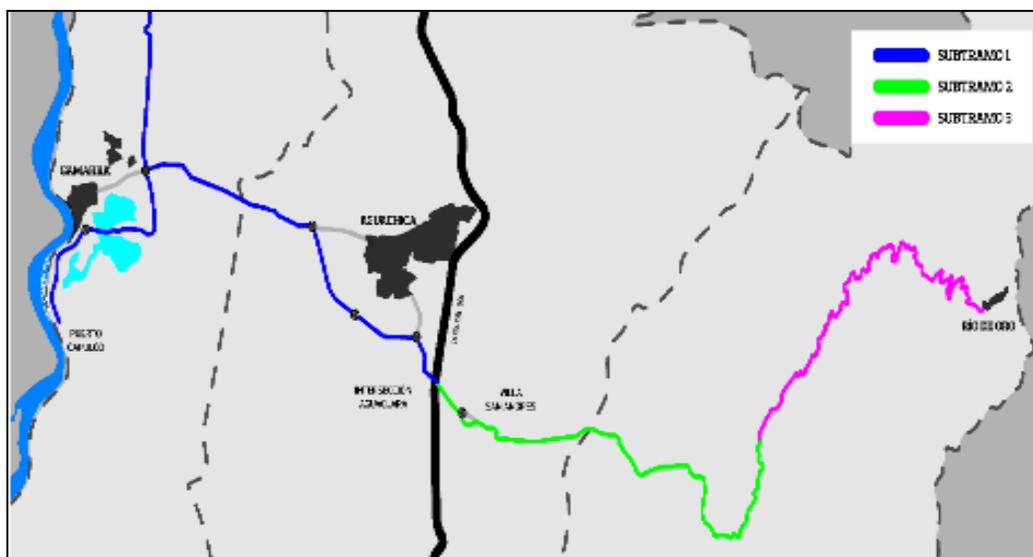


Figura 12. Composición de la Transversal Río de Oro – Aguaclara – Gamarra.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Hitos 60 y 61. El sub-tramo 2, Aguaclara (PR 0+000) – PR 19+800, objeto del presente estudio, tiene una longitud aproximada de 20 km. y conecta la Ruta del Sol, mediante el intercambiador situado en el paraje de Aguaclara, con el tramo de la carretera existente en la actualidad que discurre hacia Río de Oro, Ocaña y Cúcuta. Dicho sub-tramo 2 discurre por un terreno de transición, prácticamente llano, entre Aguaclara y los hitos 62 y 63, en los que el terreno cambia sustancialmente su morfología, convirtiéndose en un terreno montañoso con considerables pendientes. Se estima, que este tramo de vía recibirá el tránsito pesado proveniente de Cúcuta, Río de Oro, Ocaña e incluso Venezuela, hacia la Ruta del Sol y hacia las sociedades portuarias que se instalarán a lo largo del río Magdalena.

En este sub-tramo 2, se respetan las características geométricas de la vía actual, ya que, en líneas generales presenta un trazado geométrico satisfactorio. Únicamente se llevarán a cabo dos mejoramientos puntuales de trazado en las curvas ubicadas en los PR 8+530 y PR 13+415.

Finalmente, se implantarán también un puesto de peaje en el PR 14+260 y un puesto de pesaje en el PR 17+960. Con respecto a la sección transversal, también se respetará la actual, que presenta un carril por sentido de circulación de 3.00 – 3.30 m. cada uno y bermas-cunetas en buenas condiciones de 1.10 m. de anchura cada una. La velocidad de diseño considerada para este subtramo 2 corresponde a 40 km/h.

De esta forma, considerando las condiciones actuales de este subtramo, el alcance de las intervenciones en el mismo comprende la realización de las siguientes obras:

- Operaciones de repavimentación en las zonas en las que se detecte que el firme se encuentra en un estado deficiente en la actualidad. En función de la patología del firme detectada mediante deflectometrías y apiques se proponen actuaciones de parcheo en zonas puntuales, fresado y refuerzo, refuerzo y limpieza y sellado.
- Remoción y construcción de cunetas que se encuentren en mal estado.
- Construcción de zanjas de coronación donde se detecte necesario.
- Construcción de alcantarillas complementarias y rehabilitación de parte de las existentes.
- Señalización y demarcación del subtramo.
- Incorporación de defensas metálicas en los lugares que corresponda.
- Construcción de un área de peaje en el PR 14+260 y de un área de pesaje en el PR 17+960.

- Incorporación de cuatro (4) sobre-anchos para refugios de vehículos. Cada uno de estos -sobre-anchos tendrá unas dimensiones de 3.5 m (ancho) x 30.0 m (largo) y se ubicarán en los PR 4+040, 8+120, 16+000 y 19+195.

- Excavación y remoción de material que se encuentre sobre la plataforma de la vía para mejoría de la visibilidad.

- Construcción de una intersección en “T” para el Aeropuerto de Aguachica en el PR 3+600.

- Reperfilamiento de taludes en sitios críticos que presenten materiales sueltos hasta 3,0 m. de altura.

- Remoción de redes, infraestructuras y servicios afectados.

Incorporación de tres (3) paradas de bus conforme al diseño patrón de la Ruta del Sol Sector 2 en los PR 6+980, 10+510 y 11+190.

Hitos 62 y 63. El sub-tramo 3, PR 19+800 – PR 42+570 (Río de Oro) objeto del presente estudio tiene una longitud aproximada de 20 km. y conecta la Ruta del Sol, mediante el intercambiador situado en el paraje de Aguaclara, con el tramo de la carretera existente en la actualidad que discurre hacia Río de Oro, Ocaña y Cúcuta. Dicho sub-tramo 3 discurre por un terreno montañoso con considerables pendientes. Su plataforma tiene ancho variable y su trazado presenta curvas internas y externas angostas, ocasionando problemas al tráfico y falta de seguridad a los usuarios.

Su pavimento, en líneas generales, no se encuentra en buenas condiciones y la visibilidad se ve afectada por la presencia de materiales y vegetación diversos existentes en algunas partes

sobre la plataforma. La velocidad de diseño considerada para este sub-tramo 3 corresponde a 30 km/h.

Se estima, que este tramo de vía recibirá el tránsito pesado proveniente de Cúcuta, Río de Oro, Ocaña e incluso Venezuela, hacia la Ruta del Sol y hacia las sociedades portuarias que se instalarán a lo largo del río Magdalena.

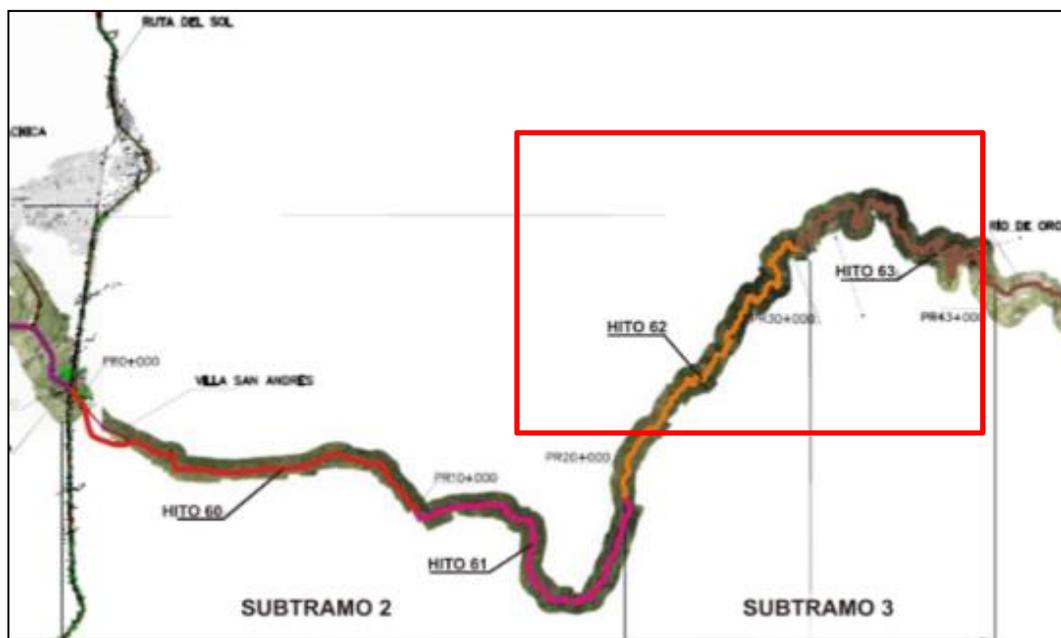


Figura 13. Localización de los Hitos 62 y 63.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

De los estudios realizados, la conclusión es que se pueden corregir parte de sus falencias y sus condiciones de seguridad y tráfico, mejorando substancialmente su velocidad operacional, mediante la realización de importantes obras en la misma, como son:

- Construcción de cuatro tramos de tercer carril o carril de ascenso, entre los PR 19+700 – PR 21+790 (Primer Tramo de Tercer Carril), PR 32+880 – PR 33+520 (Segundo Tramo de Tercer Carril), PR 36+880 – PR 37+775 (Tercer Tramo de Tercer Carril), PR 41+585 – PR 42+175 (Cuarto Tramo de Tercer Carril). Este carril tendrá 3.00 m. de ancho y una longitud de 4000 m. entre todos los tramos.

- Construcción de diez puentes para corrección de curvas internas de la vía, donde se Presentan importantes obstrucciones al flujo vehicular y, por consiguiente, se genera gran riesgo de accidente. La tipología de cada puente se ajustará a las características topográficas, geológicas y geotécnicas particulares de cada uno de los puntos. Estos puentes se ubicarán en los siguientes puntos:

PR 26+570	PR 30+310
PR 27+160	PR 30+010
PR 28+230	PR 31+710
PR 30+310	PR 31+490
PR 29+170	PR 34+320
PR 29+775	

- Realización de cortes en el interior de curvas externas de la vía, con la finalidad de obtener el sobre-ancho necesario para permitir el cruce de dos camiones de tipología 3S2, sin comprometer la estabilidad de los taludes y laderas existentes y llevando a cabo, si fuera

necesario, las correspondientes operaciones de contención de taludes. Las curvas que se resolverán de esta manera serán las ubicadas en los siguientes puntos:

PR 23+785	PR 31+900
PR 24+260	PR 38+635
PR 30+135	PR 40+745

- Construcción de muros, conjugados con muros póricos en el caso que sean necesarios, en el exterior de las curvas tanto externas como internas, consideradas más críticas. Con la construcción de estos muros se pretende corregir estas curvas y obtener así el sobre-ancho necesario para el cruce de dos camiones de tipología 3S2. Las curvas que se resolverán de esta manera serán las ubicadas en los siguientes puntos:

PR 24+010	PR 26+870
PR 26+000	PR 27+860
PR 26+420	PR 31+780

- Realización de rellenos puntuales en el interior de curvas críticas, con la finalidad de ensanchar la plataforma y conseguir el espacio suficiente para evitar la invasión del carril contrario. En este tipo de actuaciones, coincide también la ejecución de obras de drenaje (Box Culvert) para dar continuidad a las existentes en dichos puntos. Las curvas que se resolverán de esta manera serán las ubicadas en los siguientes puntos:

PR 35+110

PR 39+560

PR 41+265

- Rectificación del trazado existente (alineaciones) sobre un tramo de plataforma existente con suficiente anchura para mejorar los parámetros existentes. Esta solución se da en el PR 32+445.

- Ensanchamiento de la calzada existente hasta obtener el espacio suficiente para materializar dos carriles de 3.65 m. de ancho cada uno, para lo cual será necesario la ejecución de muros de concreto armado en la parte lateral externa de la plataforma.

- Excavación y remoción de materiales (suelo y roca), vegetación y demolición de construcciones que se encuentren sobre la plataforma de la vía, con el objetivo de aumentar la visibilidad de los usuarios. Adicionalmente, esta excavación se hará para crear espacio en la plataforma, permitiendo así, en varios sitios, ensanchar los carriles.

- Incorporación de siete (7) sobre-anchos para refugios de vehículos. Cada uno de estos sobre-anchos tendrá unas dimensiones de 3.5 m (ancho) x 30.0 m (largo) y se ubicarán en los PR 22+980, 25+765, 28+040, 32+265, 35+500, 36+860 y 39+245.

- Incorporación de cinco (5) paradas de bus conforme al diseño patrón de la Ruta del Sol Sector 2 en los PR 21+010, 21+920, 33+075, 36+420 y 36+500.

3.1.1.3 Secciones transversales típicas de diseño geométrico para la transversal Rio de Oro – Aguaclara – Gamarra de la Ruta del Sol Sector 2.

Secciones transversales típicas sub-tramo 1 (hito 56, 57, 58 y 59). De acuerdo con el diseño geométrico, se tendrán tramos en donde la estructura existente podrá aprovecharse fresando capas asfálticas y granulares para conformar una capa con calidad de Subbase.

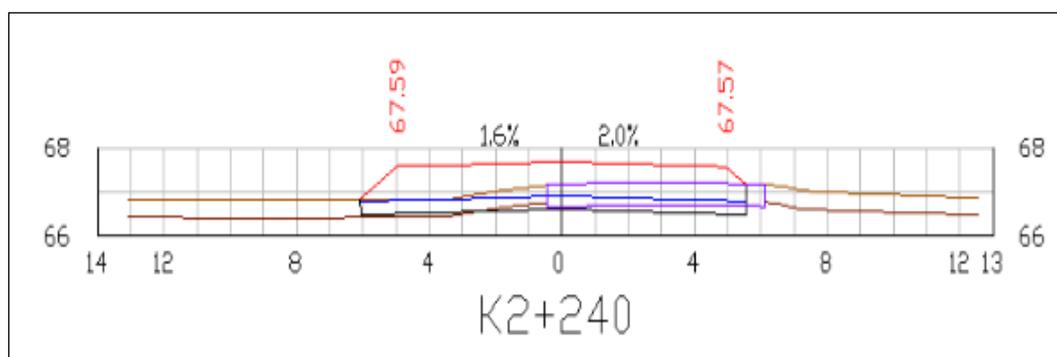


Figura 14. Sección transversal utilizando estructura existente.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En todas las secciones se tendrá ampliación de la calzada, por lo tanto, se requerirá de construcción de nueva estructura.

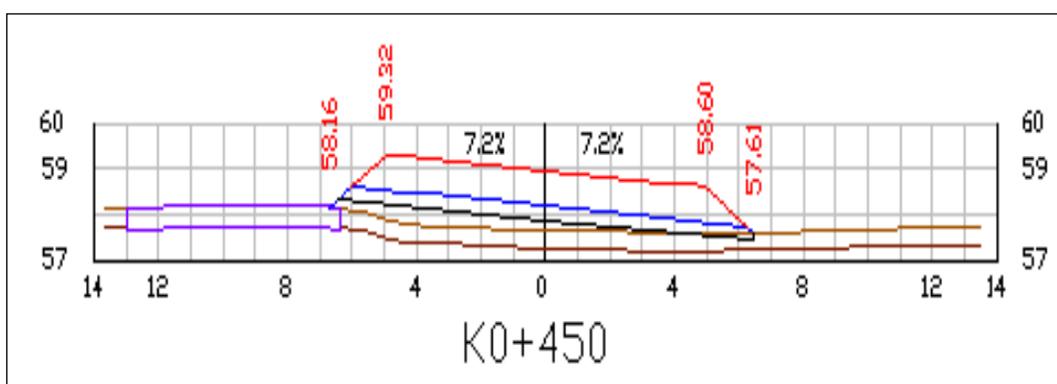


Figura 15. Sección transversal estructura nueva.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En el Hito 59 se tendrán tramos con cortes importantes que generan secciones en cajón, en donde se debe construir la estructura nueva.

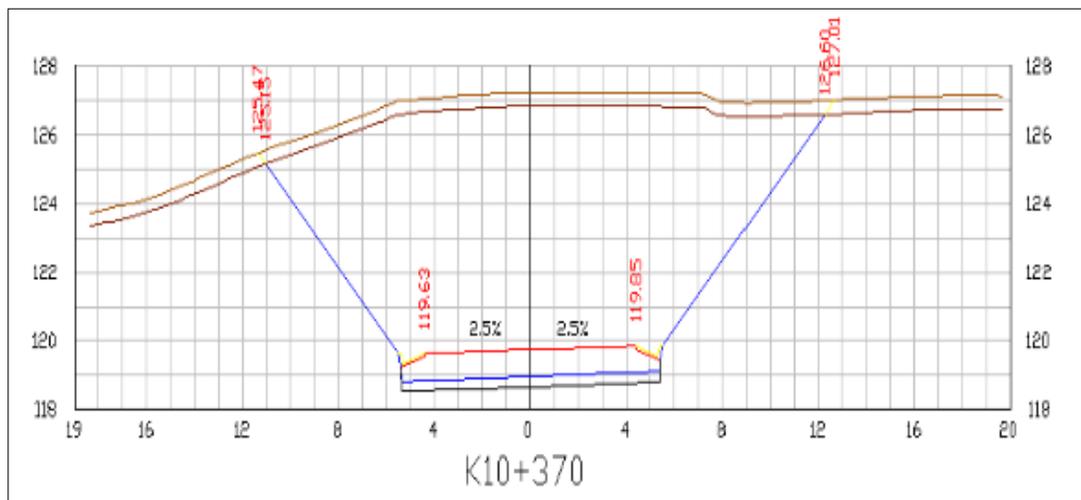


Figura 16. Sección transversal en cajón estructura nueva.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

En los tramos en terraplén, la corona estará conformada por una capa de material granular estabilizado con cemento en una proporción en peso entre 3 y 4%.

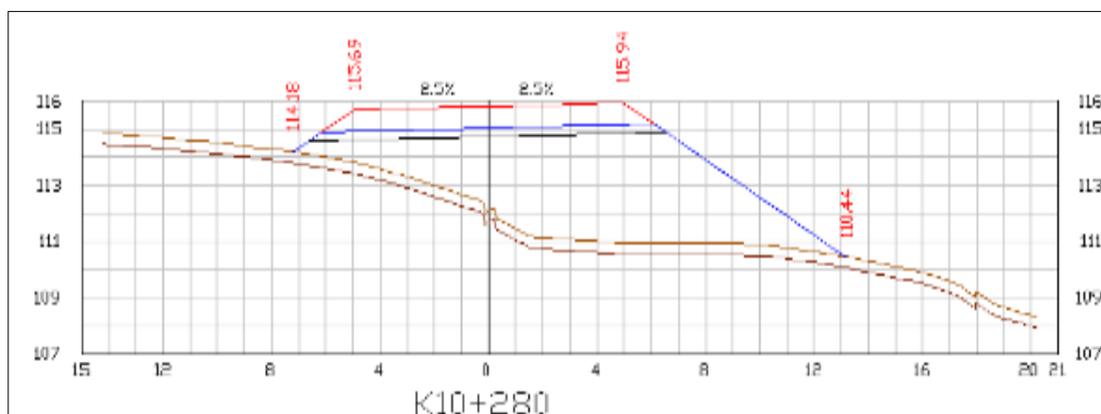


Figura 17. Sección transversal en terraplén.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

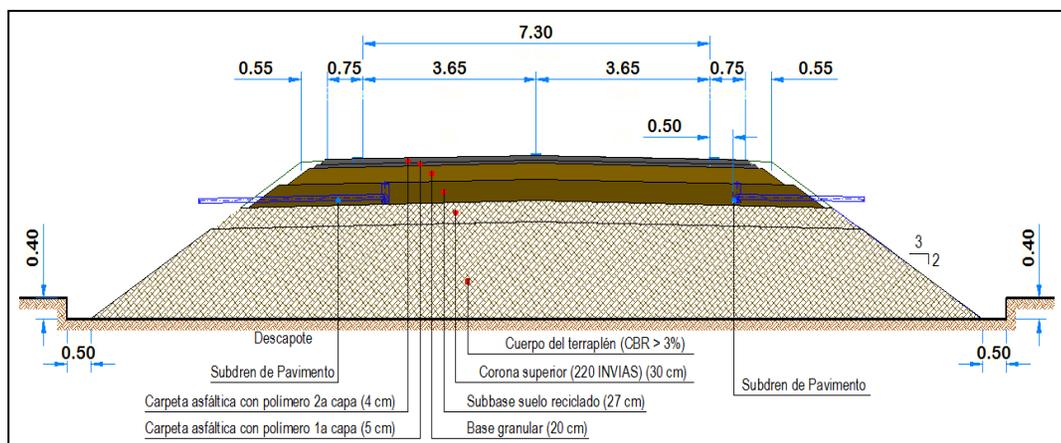


Figura 18. Sección transversal típica – Estructura Nueva.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

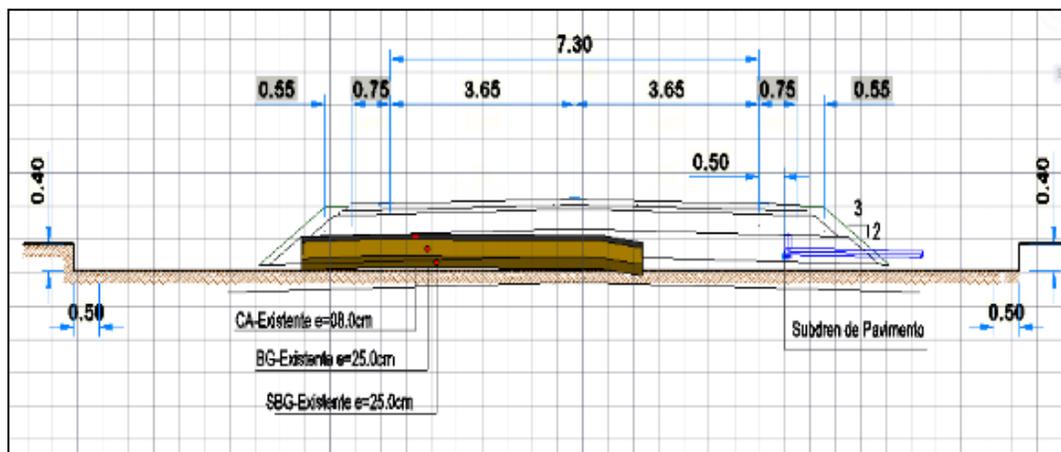


Figura 19. Sección transversal típica estructura existente- etapa 1.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

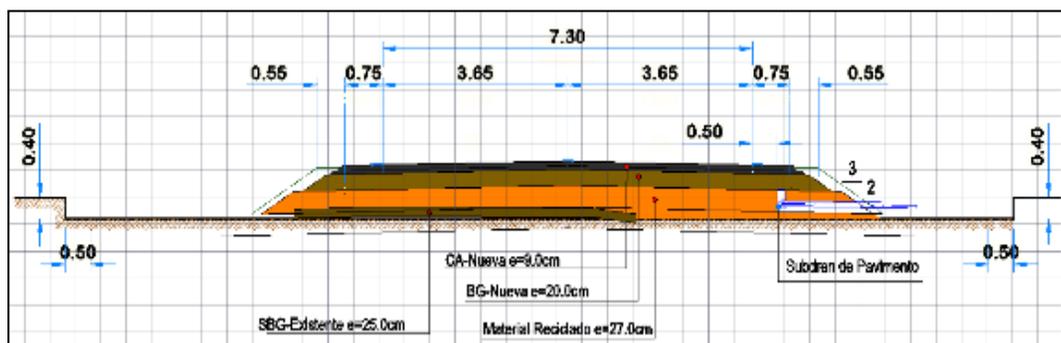


Figura 20. Sección transversal típica estructura existente- etapa 2.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Secciones transversales típicas sub-tramo 2 (hito 60 y 61). Se conservarán las características geométricas actuales de la vía, tales como plataforma, trazado, eje, perfil y bermas, además de los puentes existentes, entre el PR 0+000 y PR 19+800, excluyendo la variante a Villa de San Andrés, a menos de evidencia de fallo estructural.

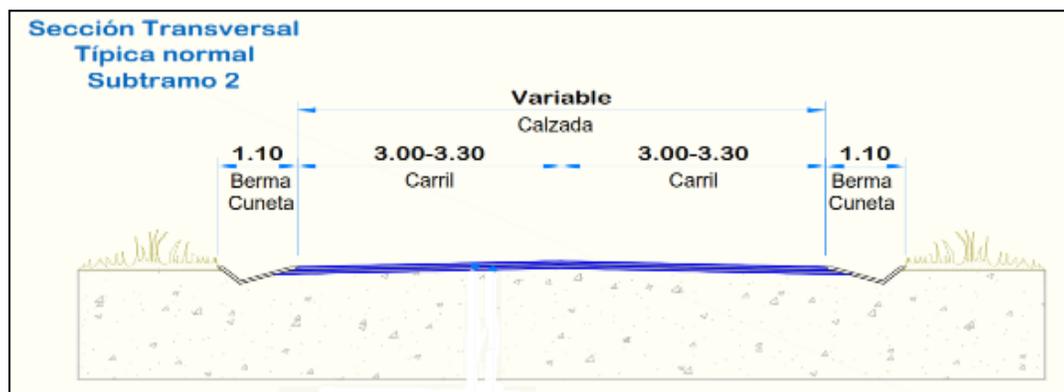


Figura 21. Sección transversal típica para el Sub-tramo 2.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Hito 60. Cruce Aguaclara – PR 9+900, L= 9.900 m., con estado general de regular a bueno, se implementarán alternativas de intervención puntuales para garantizar la serviciabilidad del pavimento.

Hito 61. Del PR 9+900 al PR 19+800, L=9.900m., de estado general regular, se implementarán alternativas desde fresar la carpeta existente, hasta zonas donde será necesario intervenir al menos la Base Granular.

En las zonas recientemente pavimentadas por la Concesionaría, se evaluará su estado general, de acuerdo a los ensayos realizados, interviniendo las zonas donde se presenten

patologías que indiquen daños estructurales importantes en profundidad. Sin embargo, se hará un mantenimiento rutinario de las mismas.

Secciones transversales típicas sub-tramo 3 (hito 62 y 63). Para todas las soluciones planteadas, como obras a desarrollarse, excepto en los puntos en los que se construirá el tercer carril, el concepto es que la plataforma existente y sus pendientes se mantendrán como están, pero corrigiéndolos en los puntos determinados como críticos, para ensanchar la plataforma mediante la construcción de puentes, cortes, muros y rellenos para dar la seguridad necesaria y así, evitar las posibles invasiones del carril contrario.

La sección transversal característica de los hitos 62 y 63, en los tramos en los que no se incorpora tercer carril, estará compuesta por dos carriles de anchura 3.65 m, con cunetas de 1.10 m. en la margen interior y de 0.40 m. en la margen externa.

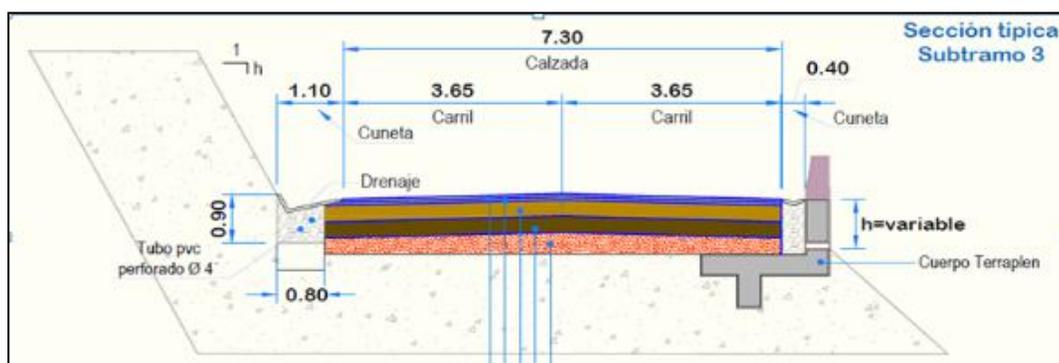


Figura 22. Sección transversal típica subtramo 3 (Hitos 62 y 63) sin tercer carril.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

La sección transversal típica para los tramos que incorporarán tercer carril estará compuesta por dos carriles de 3.65 m. y otro carril de ascenso de 3.00 m. de ancho, con cunetas

de 1.10 m. en la margen interior y de 0.40 m. en la margen externa, según se muestra en la siguiente figura.

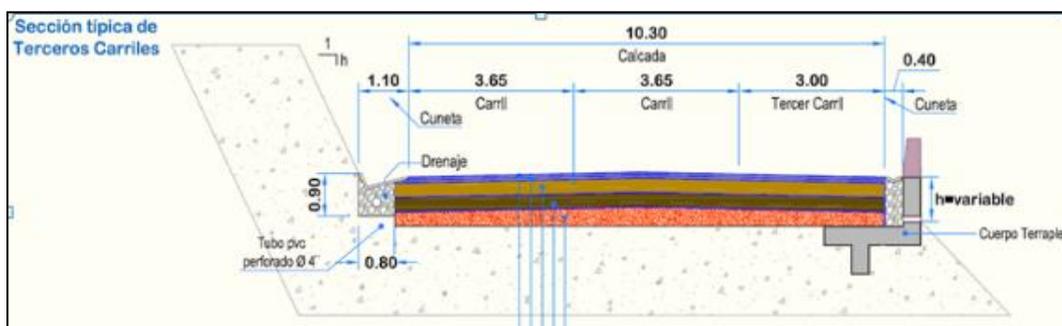


Figura 23. Sección transversal típica subtramo 3 (Hitos 62 y 63) con tercer carril.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Refiriéndose al estado de la vía existente, entre el PR 19+800 y PR 42+570, el Concesionario plantea, en líneas generales, que se mejorarán las características geométricas de la vía, ensanchándose la plataforma en toda su longitud hasta conseguir dos carriles de 3.65 m de anchura.

Hito 62. PR 19+800 – PR 29+700, L= 9.900 m., con estado general de regular a bueno, se implementarán alternativas de intervención puntuales para garantizar la serviciabilidad del pavimento.

Hito 63. Del PR 29+700 al PR 42+570, L=13.500 m., de estado general de regular a bueno, se implementarán alternativas desde fresar la carpeta existente, hasta zonas donde será necesario intervenir al menos la Base Granular.

3.1.1.4. Supervisión y registro de cumplimiento de diseños de mezclas y pavimentos establecidos en el contrato.

Diseño de mezclas. Los diseños de las mezclas corresponden a los desarrollados por la Concesionaria RDS2 siendo estos los tenidos en consideración como referencia en los diseños de las estructuras propuestas.

Mezcla asfáltica. La Ruta del Sol se desarrolla en pisos térmicos templados y calientes, donde el uso de asfaltos modificados con polímero es bastante recomendado. Los asfaltos producidos en Colombia son blandos con puntos de ablandamiento del orden de 45°C. Debido a la dificultad logística y de transporte del asfalto modificado con SBS caliente desde la refinería hasta la obra, se ha propuesto el uso del Terpolímero – ELVALOY fabricado por la empresa americana Dupont, que puede ser incorporado al asfalto en instalaciones simples en la propia obra.

En el Apéndice A, “Uso de termopolímero ELVALOY”, se incluye información sobre este polímero, las investigaciones que se han llevado a cabo para su aplicación en proyectos como la RDS y las ventajas de su aplicación en nuestro medio.

De otro lado, conviene aclarar en este punto que en el momento de comenzar con la producción de asfalto procedente de la cantera Peralonso, se aportará a la Interventoría el diseño de mezcla y la fórmula de trabajo correspondiente a dicha cantera. (Estudio geotécnico para el diseño del pavimento, 2011)

Base y material granular 2. Para darle cumplimiento a la normatividad local proporcionada por el Instituto Nacional de Vías, se ha tenido en cuenta el artículo 300-07, en el que se presentan las disposiciones generales para afirmados, bases y sub-bases granulares. Las canteras que se emplearán para la extracción de este material es la Quebrada Peralonso.

Granular estabilizado con Cal. Con el objetivo de aprovechar los recursos del proyecto, se han ejecutado estudios preliminares de los materiales excedentes de corte entre los PR 9+000 – 10+800 y cuyos resultados inicialmente indican que existen estratos finos de alta expansión, y materiales de grano grueso igualmente expansivos, por lo que se debe proceder como sigue:

- Desbroce del área de corte
- Ejecutar el corte de modo que los estratos finos se mezclen con los de grano grueso en un solo proceso a una pila de acopio manteniendo una proporción entre uno y otro de 30% finos + 70% de gruesos (suelos tipo (A-6) +(A-2) respectivamente. O acopiar en un área de mezclado cada material manteniendo la proporción indicada.
- Con estos productos de acopio, es que se definirán finalmente las proporciones de cal viva a añadir. Una vez definido la dosis de cal viva, se pueden proceder de la siguiente manera:

Diseño de pavimentos. Se describen a continuación las características de los materiales que conforman la estructura de pavimento nuevo y los que puedan adaptarse para servir como parte de la estructura.

Caracterización de las capas granulares nuevas. Teniendo en cuenta las buenas características de los materiales que se emplearán para la conformación de la Subbase Granular, se adopta un valor de CBR= 40%. Para Base Granular se garantizará el cumplir con los valores mínimos requeridos por las Especificaciones INVIAS 2007, es decir CBR de

100%, y de esta forma se determinan los coeficientes estructurales: $a_2 = 0.14 \Rightarrow$ Base

Granular.

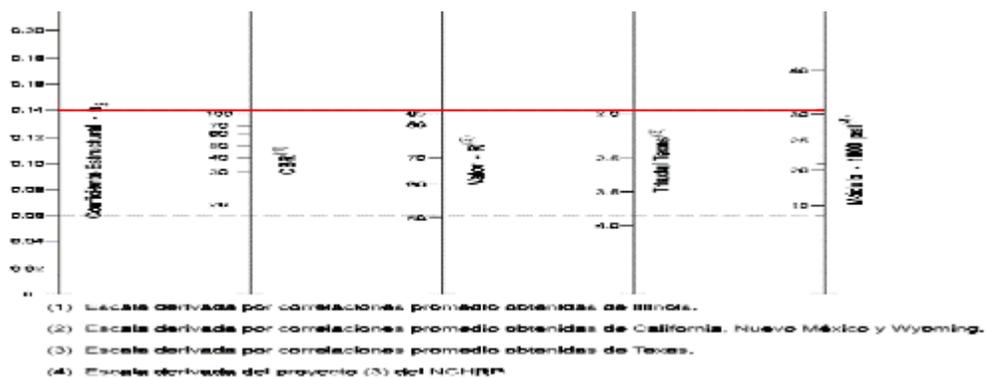


Figura 24. Coeficiente estructural de capa de Base Granular a_2 , de acuerdo a la Guía ASSTHO-93.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

$a_3 = 0.12 \Rightarrow$ Subbase

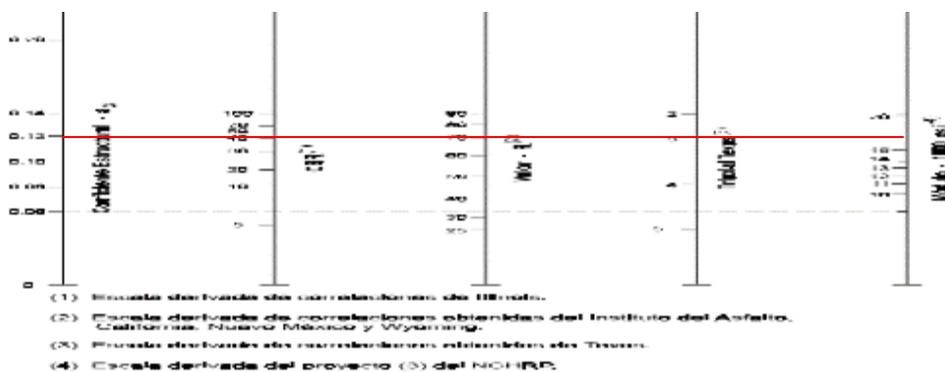


Figura 25. Coeficiente estructural de capa de Subbase Granular a_3 , de acuerdo a la Guía ASSTHO-93.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Caracterización de las capas recicladas. En los subtramos 1 y 3 se aprovecha el material existente, como se explica a continuación:

Sub-tramo 1. En el Hito 58 y parte del 59, para el proyecto resulta conveniente aprovechar los materiales existentes, los cuales presentan características aceptables para conformar una capa estructural que en los tramos en que el diseño geométrico lo permite, pueden servir como capa de Subbase. Se plantea fresar la capa asfáltica y la base granular y conformar una capa con la mezcla de estos materiales, con un espesor del orden de 20 a 25 cm – se le asignará un $a= 0.12$. Considerando su aporte como sub-base, se tendrá para estas capas un coeficiente $a_3 = 0.12$.

Sub-tramo 3. Se considera la conformación de una capa con material reciclado proveniente de las capas asfálticas y granulares existentes. Teniendo en cuenta la proporción que se presenta de estos dos materiales de acuerdo con los apiques, se espera que se tenga un mayor contenido de material asfáltico. Para fines de diseño y de acuerdo con la experiencia en la aplicación de estos materiales, se considerará un aporte $a_3= 0,12$ equivalente a una sub-base granular (Estudio geotécnico para el diseño del pavimento, 2011).

Capas granulares existentes. Con base en las características de clasificación, compactación y capacidad de soporte de las capas granulares existentes, determinada a partir de ensayos de laboratorio, se considera que los materiales que actúan como base y Subbase en el pavimento existente, no cumplen en su totalidad con los requerimientos para estos materiales de acuerdo con las especificaciones de construcción, por lo que serán considerados como materiales granulares existentes. Para los análisis se tomarán los siguientes valores de aporte:

- Material granular 1: $a_4= 0,12$
- Material granular 2: $a_5=0,10$

Capas asfálticas. De acuerdo con los tipos de mezclas y los ensayos realizados a dichas muestras fabricadas en el tramo Ruta del Sol Tramo 2 (actualmente en construcción), los valores de módulos dinámicos para una temperatura de 30°C presentan valores entre 3200 y 3700 MPa, con el menor valor para contenidos más altos de asfalto (5.9 %).

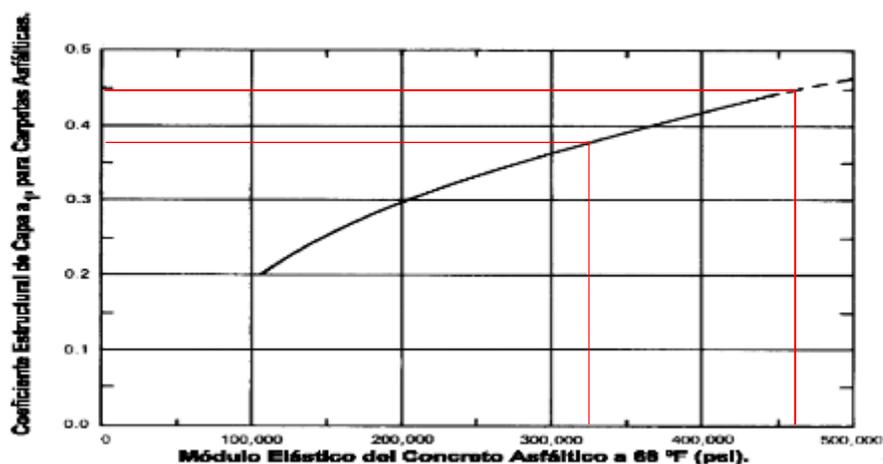


Figura 26. Coeficiente estructural de capa asfáltica a1. De acuerdo a la Guía ASSTHO-93.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL.

De los ensayos se seleccionaron las curvas maestras y se evaluaron diferentes combinaciones de frecuencia de aplicación de carga, temperatura y contenido de asfalto para determinar un módulo dinámico de la mezcla que reflejará de mejor manera las condiciones ambientales y de carga que se puedan tener en servicio.

De los análisis realizados se tomó finalmente un módulo del orden de 2400 MPa con el que se tendría en la metodología AASHTO un aporte $a_1 = 0,38$.

Capas asfálticas existentes. Para los sectores en donde la capa asfáltica no presenta daños, en los sub-tramos 2 y 3, se considera un módulo dinámico de 1800 MPa, mientras que para capas

asfálticas con daños se reduce a 1000 MPa. De acuerdo con recomendaciones de la AASHTO 93, se tendrían los siguientes coeficientes de aporte (Estudio geotécnico para el diseño del pavimento, 2011).

- Capas sin daños: $a_1= 0,30$
- Capas con daños estructurales: $a_1= 0,25$

3.1.1.5. Exposición de alternativas de pavimentación. La nueva sección tendrá un ancho en la corona mínimo de 9,90 m, mientras que la vía existente tiene un ancho del orden de 6.0 m. Esto implica que se requiere una ampliación de casi un carril. En el Hito 58, de acuerdo con el diseño geométrico en el nuevo proyecto, la nueva estructura de la carretera se localizará en gran parte del tramo sobre la existente, aunque la sección será mucho más amplia y la rasante siempre estará por encima de la actual.

Estructuras propuestas sub-tramo 1. Teniendo en cuenta las condiciones geométricas que se describen, se plantean las siguientes alternativas de estructuras de pavimento:

Usando materiales granulares convencionales. Tramos en donde no se tiene influencia de la vía existente ya sea por el alineamiento horizontal, o donde no se tiene vía pavimentada (Hitos 56 y 57).

Sección nueva:



Figura 27. Sección – Construcción nueva.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL.

Aprovechamiento de la estructura existente – Estructura Mixta.



Figura 28. Sección condición 1. Aportación de la SBG existente.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Figura 29. Sección condición 1. Aportación de la SBG existente.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Para esta situación se propone, construir una estructura mixta (combinación entre la estructura nueva y una estructura con aprovechamiento del material existente), que a su vez presenta 2 condiciones. La primera trata de tramos donde la rasante existente se encuentre alrededor de 30 cm de la rasante proyectada, y la segunda condición, es el caso de que la rasante existente se encuentre a mayor profundidad (> de 30cm). Sección condición 2), se emplearía en los casos específicos donde se requiera elevar la subrasante por obras de drenaje, casos en que la rasante actual esté muy por debajo de los 30cm de la rasante proyectada, lo que hace necesario que el material reciclado se emplee ya no en la conformación de una Subbase granular, sino en el mejoramiento de la plataforma que soportará la estructura de pavimento, que para este caso será

una estructura construida con capas convencionales, en este caso no habría aportación estructural de la SBG existente.

Aprovechamiento de la estructura existente – Estructura continua. Se presentarían las mismas circunstancias descritas para el numeral 2, pero en este caso se conformaría una capa continua (Ver Figura 30: Sección condición 1, capa continua), Subbase con el material reciclado con la adición de material granular donde sea necesario (casos en que, por las dimensiones de la calzada nueva, el material no fuera suficiente para conformar la capa en todo lo ancho).

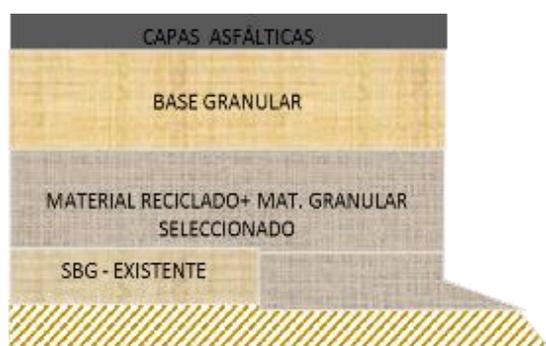


Figura 30. Sección condición 1. Aportación de SBG-existente, capa continua.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Figura 31. Sección condición 2. Sin aportación, capa continua.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Usando adición de cemento. En los casos 1 y 2, se considera una alternativa adicionando cemento en una proporción entre 3 y 4% en peso, con el fin de reducir espesores.



Figura 32. Sección construcción Nueva – Granulares estabilizados con cemento.

Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)



Figura 33. Sección – Condición 1 – Base estabilizada con cemento. Aportación de SBG-existente, capa continua.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)



Figura 34. Sección- Condición 2 - Base estabilizada con cemento. Sin aportación – capa continua (BEC).

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

Diseño de espesores metodología AASHTO. Para dimensionar la estructura del pavimento se seleccionó el método de la AASHTO (American Association of State Highways and Transportation), el cual está basado en variables de: Comportamiento de la estructura del pavimento; tránsito; subrasante, materiales de construcción; medio ambiente; drenaje; confiabilidad y nivel de servicio (Estudio geotécnico para el diseño del pavimento, 2011).

Tránsito. De acuerdo al estudio realizado, el número de ejes equivalentes para diseño será de 1.29E+07 millones, para corredores principales para un periodo de 10 años.

Subrasante. CBR 15% - Mr =1500 Kg/cm².

Materiales de construcción.

Tabla 5.

Coefficientes estructurales de las capas que conforman la estructura de pavimento.

Material	Coefficiente estructural	Coefficiente de drenaje
Capas asfálticas	0.38	1.0
Base granular	0.14	0.9
Sub-base granular	0.12	0.9
SBG +Mat. Reciclado	0.12	0.9
Material reciclado	0.12	0.8
Material tratado con cemento	0.16	1.0
Sub-base granular existente	0.10	0.9

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

Condiciones de medio ambiente y drenaje. El coeficiente de drenaje se asigna para una calidad de drenaje bueno, con una exposición del pavimento a la saturación mayor del 25% para las capas más profundas y entre 5 y 25% para la base granular.

Tabla 6.

Niveles Recomendados de Confiabilidad.

Clasificación de la vía	Urbana	Rural
Autopistas	85-99.9	80-99.9
Troncales	80-99	75-95
Locales	80-95	75-95
Ramales y Vías Agrícolas	50-80	50-80

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

Tabla 7.

Coefficientes en función de la calidad del drenaje.

Calidad De Drenaje	Porcentaje de Tiempo Estructura Pavimento Cerca Saturación.			
	<1%	1 – 5%	5 – 25%	> 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Malo	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Deficiente	1.05 – 0.95	0.75 – 0.40	0.75 – 0.40	0.40

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Nivel de Confiabilidad. 90% para corredor principal (Hito 56, 57,58 y 59), según lo establecido en la AASHTO para diferentes tipos de vías, se tiene:

Índice de Servicio Inicial y Final. En base a lo expresado por la AASHTO en el Apartado 2.1.3 del Capítulo 2, Parte 2, se tiene:

Terminal servicability level	Percent of people Stating Unacceptable
3.0	12
2.5	55
2.0	85

Figura 35. Niveles de servicio recomendados por AASHTO.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL. (2011).

Por lo tanto, se decidió adoptar los siguientes valores: $P_f = 2,2$; $P_o = 4,2$; $\Delta P = 2,0$. Para corredores principales.

Desviación Standard del sistema. Se adopta un valor de 0,45, según la siguiente recomendación:

Tabla 8.

Valores recomendados de desviación estándar.

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico).	0,25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico.	0,35 – 0,50 (0,45 valor recomendado)

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Número estructural requerido SN.

Tabla 9.

Características mecánicas de la estructura de pavimento.

$N_{8,2} =$	12.900.000
M_R (MPa) =	150
$S_o =$	0,45
R % =	90
$Z_R =$	-1,282
PSI i =	4,2
PSI f =	2,2
\square PSI =	2.0
$SN_{requerido} =$	3,45

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Número Estructural Efectivo – SNe. El número estructura efectivo del pavimento está en función del espesor de cada capa (en pulgadas), del aporte estructural de cada tipo de material y el coeficiente de drenaje. La ecuación general es la siguiente: $SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$.

Resultados obtenidos: Granulares convencionales

Tabla 10.

Sección nueva – Vía existente.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
CAPA ASFALTICA	9,0	3,54	0,38	1,00	1,35
BASE GRANULAR	20,0	7,87	0,14	0,90	0,99
SUBBASE GRANULAR	27,0	10,63	0,12	0,90	1,15
				SN efectivo	3,49
				SN requerido	3,45
				=	

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

|CBR mínimo de 15% en la corona de la plataforma.

Aprovechamiento de la estructura existente – Estructura Mixta.

Tabla 11.

Aportación de la SBG existente - Estructura Mixta.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
CAPA ASFALTICA	9,00	3,54	0,38	1,00	1,35
BASE GRANULAR MATERIAL	20,00	7,87	0,14	0,90	0,99
RECICLADO	20,00	7,87	0,12	0,90	0,85
SBG-EXISTENTE	15,00	5,91	0,10	0,90	0,53

SN efectivo	3,72
SN requerido =	3,45

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Plataforma de la vía existente con material reciclado y plataforma de la Ampliación con Material seleccionado (INV-220), CBR mínimo de 15%.

Aprovechamiento de la estructura existente – Estructura continua.

Tabla 12.

Aportación de SBG-existente – Estructura continúa.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
CAPA ASFALTICA	9,00	3,54	0,38	1,00	1,35
BASE GRANULAR	20,00	7,87	0,14	0,90	0,99
MAT. REC+MAT SELEC.	20,00	7,87	0,12	0,90	0,85
SBG-EXIST Y MAT. REC.	15,00	5,91	0,10	0,90	0,53
				SN efectivo	3,72
				SN requerido =	3,45

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 13.

Sin aportación de SBG- existente - Estructura continúa.

Capa	Espesor (cm)	
	Vía existente	Ampliación
Capas Asfálticas	9.0	
	9.0	
Base granular	20,0	
	20,0	
Sub-base granular	27,0	
	27,0	

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Plataforma en material reciclado con CBR mínimo de 15%.

Con adición de cemento

Tabla 14.

Sección nueva- Base estabilizada con cemento (INV-341-07).

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
CAPA ASFALTICA	9,00	3,54	0,38	1,00	1,35
BEC	18,00	7,09	0,16	1,00	1,13
BEC	18,00	7,09	0,16	1,00	1,13
				SN efectivo	3,61
				SN requerido =	3,45

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL.

CBR mínimo de 15% en la corona de la plataforma.

Aprovechamiento de la estructura existente – Estructura continua.

Tabla 15.

Aportación de SBG-existente, capa continua.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
CAPA ASFALTICA	9,00	3,54	0,380	1,00	1,35
BEC	15,00	5,91	0,160	1,00	0,94
MAT. REC+MAT SELEC.	20,00	7,87	0,120	0,90	0,85
SBG-EXIST Y MAT. REC	15,00	5,91	0,100	0,90	0,53
				SN efectivo	3,67
				SN requerido =	3,45

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Plataforma en material reciclado con CBR mínimo de 15%.

Sub-tramo 2. Se realizaron los cálculos de dimensionamiento del paquete de firmes para los diferentes sectores homogéneos que se detectaron en los hitos 60 y 61, considerando los

espesores promedio por tramo y los aportes de capas establecidos en el numeral del presente informe.

Tabla 16.

Número estructural requerido según sectores homogéneos diferenciados.

Sector	Hito 60	Hito 61		Hito 61	
	PR0+000-PR9+900	PR9+900-PR15+000	PR9+900-PR15+000	PR15+000-PR19+800	PR15+000-PR19+800
$N_{8,2} =$	12.900.000	12.900.00	12.900.00	12.900.00	12.900.00
		0	0	0	0
M_R (MPa) =	74	85	85	106	106
$S_o =$	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
$R \% =$	85	85	90	85	90
$Z_R =$	-1,037	-1,037	-1,282	-1,037	-1,282
$PSI_i =$	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
$PSI_f =$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
$\square PSI =$	2	2	2	2	2
$SN_{requerido} =$	4,30	4,11	4,28	3,80	3,95

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Diseño espesores Hito 60.

Tabla 17.

Sector homogéneo 2: PR 2+145 – PR 3+600.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a_i	m_i	SN_i
Capa asfáltica nueva	6,0	2,40	0,38	1,00	0,91
Capa asfáltica existente	14,0	5,60	0,28	1,00	1,57
Material Granular 1	24,0	9,60	0,12	0,90	1,04
Material Granular 2	25,0	10,00	0,10	0,90	0,90
				SN	4,42
				EFEC	
				SN REQ	4,30

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 18.

Sector homogéneo 3: PR 3+600 – PR 4+400.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a_i	m_i	SN_i
Capa asfáltica nueva	6,0	2,40	0,38	1,00	0,91

Capa asfáltica existente	10,0	4,00	0,25	1,00	1,00
Material Granular 1	6,0	2,40	0,11	0,90	0,24
Material Granular 2	60,0	24,00	0,10	0,90	2,16
				SN_{EFEC}	4,31
				SN_{REQ}	4,30

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 19.

Sector homogéneo 5: PR 7+500 – PR 8+790.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a_i	m_i	SN_i
Capa asfáltica nueva	7,0	2,80	0,38	1,00	1,06
Capa asfáltica existente	18,0	7,20	0,30	1,00	2,16
Material Granular 1	25,0	10,00	0,12	0,90	1,08
Material Granular 2	0,0	0,00	0,10	0,90	0,00
				SN	4,30
				EFEC	
				SN_{REQ}	4,30

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 20.

Espesores de paquete de firmes.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a_i	m_i	SN_i
Capa asfáltica nueva	9,0	3,60	0,38	1,00	1,37
Base granular	20,0	8,00	0,14	0,90	1,01
Sub-base granular	27,0	10,80	0,12	0,90	1,17
				SN_{EFEC}	3,55
				SN_{REQ}	3,45

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Figura 36. Modificación del trazado en la curva del PR 8+530.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 21.

Sector homogéneo 6: PR 8+790 – PR9+090.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a_i	m_i	SN_i
Capa asfáltica nueva	6,5	2,60	0,38	1,00	0,99
Capa asfáltica existente	7,0	2,80	0,25	1,00	0,70
Material Granular 1	56,0	22,40	0,12	0,90	2,42
Material Granular 2	6,0	2,40	0,10	0,90	0,22
				SN EFEC	4,32
				SN REQ	4,30

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Diseño espesores Hito 61.

Tabla 22.

Sector homogéneo 8: PR 9+900 – PR 11+990.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a_i	m_i	SN_i
Capa asfáltica nueva	2,5	1,00	0,38	1,00	0,38
Capa asfáltica existente	18,0	7,20	0,30	1,00	2,16
Material Granular 1	16,0	6,40	0,12	0,90	0,69
Material Granular 2	26,0	10,40	0,10	0,90	0,94
				SN EFEC	4,17

SN_{REQ} 4,11

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 23.

Sector homogéneo 9: PR 11+990 – PR 15+000, alternativa 1.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a _i	m _i	SN _i
Capa asfáltica nueva	17,0	6,80	0,38	1,00	2,58
Capa asfáltica existente	0,0	0,00	0,25	1,00	0,00
Material Granular 1	14,0	5,60	0,12	0,90	0,60
Material Granular 2	26,0	10,40	0,10	0,90	0,94
				SN_{EFEC}	4,12
				SN_{REQ}	4,11

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 24.

Espesores de paquete de firmes.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a _i	m _i	SN _i
Capa asfáltica nueva	9,0	3,60	0,38	1,00	1,37
Base granular	20,0	8,00	0,14	0,90	1,01
Subbase granular	27,0	10,80	0,12	0,90	1,17
				SN_{EFEC}	3,55
				SN_{REQ}	3,45

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

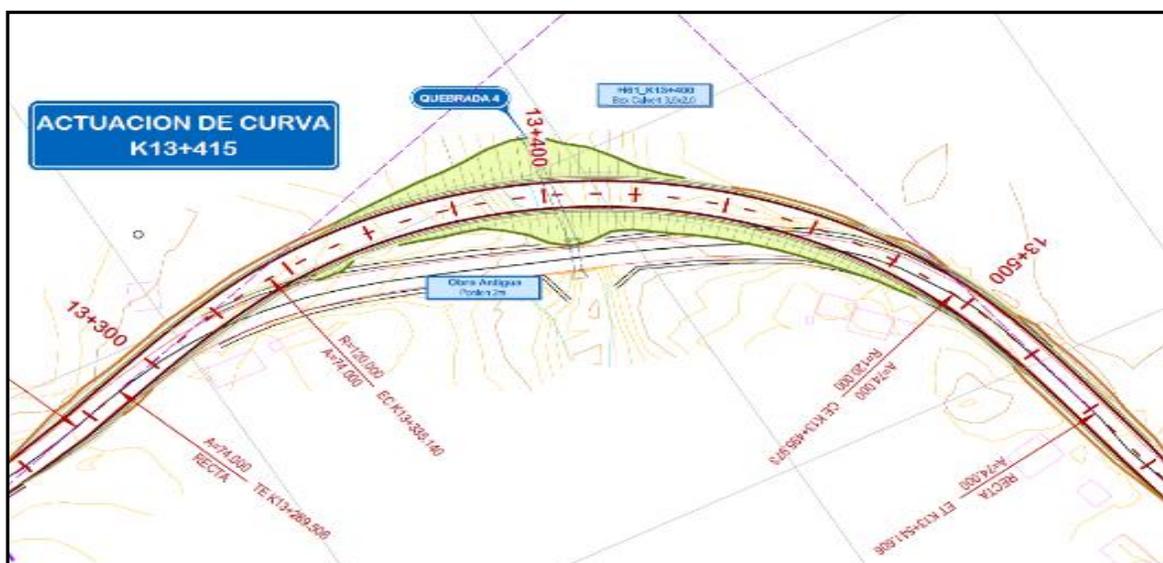


Figura 37. Modificación del trazado en la curva del PR 13+415.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 25.

Sector homogéneo 10: PR 15+000 – PR 17+800.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a_i	m_i	SN_i
Capa asfáltica nueva	14,5	5,80	0,38	1,00	2,20
Capa asfáltica existente	0,0	0,00	0,25	1,00	0,00
Material Granular 1	14,0	5,60	0,12	0,90	0,60
Material Granular 2	29,0	11,60	0,10	0,90	1,04
				SN_{EFEC}	3,85
				SN_{REQ}	3,80

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 26.

Sector homogéneo 11: K17+800 – K19+800.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a_i	m_i	SN_i
Capa asfáltica nueva	0,0	0,00	0,38	1,00	0,00
Capa asfáltica existente	17,0	6,80	0,35	1,00	2,38
Material Granular 1	16,0	6,40	0,12	0,90	0,69
Material Granular 2	29,0	11,60	0,10	0,90	1,04
				SN_{EFEC}	4,12
				SN_{REQ}	3,80

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Sub-tramo 3. Para los sub-tramos en que se dividieron los Hitos 62 y 63 se realizaron los cálculos, considerando los espesores promedio por tramo y los aportes de capas establecidos en la sección anterior (Estudio geotécnico para el diseño del pavimento, 2011).

Número Estructural Requerido. De acuerdo con la metodología, se determina el Número Estructural requerido para cada tramo.

Tabla 27.

Estructura: Material reciclado – Base granular – Capa asfáltica.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
Capa asfáltica nueva	6,0	2,40	0,38	1,00	0,91
Base granular	20,0	8,00	0,14	0,90	1,01
Material reciclado Granular existente	20,0	8,00	0,12	0,90	0,86
	15,0	6,00	0,12	0,90	0,65
				SN efec	3,43
				SN REQ	3,38

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 28.

Estructura en ampliación: Sub-base granular – Material reciclado – Base Granular – Capa asfáltica.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
Capa asfáltica nueva	6,0	2,40	0,38	1,00	0,91
Base granular	20,0	8,00	0,14	0,90	1,01
Material reciclado	20,0	8,00	0,12	0,90	0,86
Sub-base granular	15,0	6,00	0,12	0,90	0,65
				SN efect	3,43

SN_{req} 3,38

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Sector Homogéneo 3 PR 30+800 – PR 36+000.

Tabla 29.

Estructura: Material reciclado – Base granular – Capa asfáltica.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
Capa asfáltica nueva	9,0	3,60	0,38	1,00	1,37
Base granular	20,0	8,00	0,14	0,90	1,01
Material reciclado	25,0	10,00	0,12	0,90	1,08
				SN efec	3,46
				SN_{REQ}	3,38

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 30.

Estructura en ampliación: Material reciclado – Base Granular – Capa asfáltica.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
Capa asfáltica nueva	9,0	3,60	0,38	1,00	1,37
Base granular	20,0	8,00	0,14	0,90	1,01
Material reciclado	25,0	10,00	0,12	0,90	1,08
				SN efec	3,46
				SN_{REQ}	3,38

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Sector Homogéneo 4 PR 36+000 – PR 39+400

Tabla 31.

Alternativa: Base REPACE – Capa asfáltica.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
Capa asfáltica nueva	7,0	2,80	0,38	1,00	1,06
Base REPACE Granular existente	20,0	8,00	0,14	0,90	1,01
	23,0	9,20	0,10	0,90	0,83
				SN_{efect}	2,90
				SN_{req}	2,81

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Sector Homogéneo 5 PR 39+400 – PR 40+500

Tabla 32.

Alternativa: Base REPACE – Capa asfáltica.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
Capa asfáltica nueva	6,0	2,40	0,38	1,00	0,91
Base REPACE	20,0	8,00	0,14	0,90	1,01
Capa asfáltica antigua	10,0	4,00	0,25	1,00	1,00
				SN efect	2,92
				SN req	2,81

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Sector Homogéneo 6 PR 40+500 – PR 42+570

Tabla 33.

Alternativa: Base REPACE – Capa asfáltica.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
Capa asfáltica nueva	7,50	3,00	0,38	1,00	1,14
Base REPACE	12,50	5,00	0,14	0,90	0,63
Capa asfáltica antigua	7,50	3,00	0,25	1,00	0,75
Material granular existente	10,0	4,00	0,10	0,90	0,36
				SN efect	2,88
				SN req	2,81

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 34.

Estructura en ampliación para Alternativa 1: Sub-base granular – Material reciclado - Base REPACE – Capa asfáltica.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
Capa asfáltica nueva	7,50	3,00	0,38	1,00	1,14
Base REPACE	12,50	5,00	0,14	0,90	0,63
Material reciclado	15,00	6,00	0,12	0,90	0,65
Sub-base granular	25,00	10,00	0,12	0,90	1,08
				SN efect	3,50

SN_{req} 3,38

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 35.

Estructura en ampliación para Alternativa 2: Sub-base granular - Material reciclado – Base granular – Capa asfáltica.

Capa No.	d (cm)	d (pulg)	a i	m i	SN i
Capa asfáltica nueva	6,0	2,40	0,38	1,00	0,91
Base granular	15,0	6,00	0,14	0,90	0,76
Material reciclado	20,0	8,00	0,12	0,90	0,86
Sub-base Granular	20,0	8,00	0,12	0,90	0,86
				SN_{efect}	3,40
				SN_{req}	3,38

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

3.1.1.6. Seguimiento de cumplimiento de procesos constructivos. Se realizaron ciertos recorridos para la verificación de los avances de las obras de construcción correspondientes a los meses de marzo, abril, mayo y junio de 2016. Estos recorridos se hicieron de forma diaria, como se registra en las actividades, resaltando los componentes más importantes tomados en campo.

En cada visita se realizó un registro fotográfico sustentando la actividad en la que se trabaja, el respectivo avance se ve reflejado en cada una de las visitas a los frentes de obra, con la respectiva descripción de la actividad realizada y el avance relacionado en cada imagen.

Se desglosan cada uno de los avances en la obra, registros tomados en el acompañamiento de la construcción, visitas día a día y progreso de vía, con respecto a los diseños utilizados, de las alternativas ya presentadas, revisando el cumplimiento del contrato de concesión.

La Interventoría verificó durante cada visita el respectivo cumplimiento en lo relacionado a la estructuración de pavimento, por lo que se llevó el constante registro de cada actividad

realizada. A continuación, se mostrará este seguimiento, mes a mes, durante el período de trabajo:

Seguimiento mes de febrero y marzo. En el presente mes de febrero y marzo de 2016, se registraron los siguientes avances de obra por parte del Concesionario:

Sub-tramo 1. Se realizó un seguimiento avance construcción red de carreteras, procesos constructivos, edificación de peajes, construcción tercer carril, muros, puentes y vías rurales.

Hito58 - PR 3 + 900. Peaje Gamarra.

Actividades realizadas en el periodo. Durante este periodo se realizó la instalación de defensas metálicas, carpintería metálica, área de oficinas, señalización vial, instalación de sensores y estructura para semáforos.



Fotografías 1 y 2. Intervenciones realizadas peaje Gamarra.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Actividades pendientes por ejecutar. Instalación de semáforos y parte operativa.

Hito 58 PR 5 +000 al PR 8+000. Ajuste de trazado y ampliación de calzada.

Actividades realizadas en el periodo. Se realizó tala de árboles y limpieza, ejecución de excavación para reemplazo de material de mejoramiento, instalación de relleno y compactación de material a nivel de corona, instalación de Subbase e imprimación así: desde el PR 3+960 hasta el PR4+440, PR 5+000 hasta el PR 5 + 380, entre PR 5 + 500 y PR 5 + 640 continua la instalación de lleno y compactación de material para corona, y desde PR 5 + 640 hasta PR 6 + 450 y en el PR 6+ 600 vienen desarrollando labores de tala y limpieza.



Fotografías 3 y 4. Instalación de lleno y compactación de material para corona.

Nota. Fuente: Autor (2016).

La cantidad ejecutada no se incluye, de acuerdo al parámetro de medición del avance, hasta no estar completa la estructura de pavimento, en toda la sección transversal.

Actividades pendientes por ejecutar. Mejoramiento, Rehabilitación y ampliación de la Calzada Existente, adecuación de obras hidráulicas, instalación de la señalización correspondiente del PR 00+000 a PR 8+100.

Sub-tramo 2.

Hito 60 PR 7+675. Reparcho asfalto.

Actividades realizadas en el periodo. Se realiza Reparcheo del asfalto existente del K7+675 al K8+960.



Fotografías 5 y 6. Reparcheo asfalto existente.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Hito 61 PR 11+714. Construcción de Campamento

Actividades realizadas en el periodo. Se realiza Reparcheo del asfalto existente del K11+714 al K11+920.



Fotografías 7 y 8. Reparcheo asfalto existente.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Hito 61 PR 14 +000. Construcción de campamento

Actividades realizadas en el periodo. En este PR se encuentra ubicado el campamento principal en el cual se realiza la instalación y puesta en marcha de la máquina trituradora de

material pétreo, y de la planta portátil para la elaboración de concreto. Durante este periodo se realizó puesta en marcha de la planta trituradora y se continúa con la instalación de la planta de concreto.



Fotografías 9 y 10. Campamento tramo 8.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Actividades pendientes por ejecutar. Pendiente el periodo de prueba de la planta de concreto, igualmente continúan las actividades de construcción de casino, laboratorio y demás espacios requeridos para la ejecución de la obra.

Hito 61 PR 16+320. Exudación de pavimento asfáltico.

Durante el recorrido rutinario se pudo apreciar que en el tramo rehabilitado del PR14+400 al PR17+320 una serie de exudaciones en el pavimento nuevo ubicadas en gran parte del tramo como se puede apreciar en las fotos:



Fotografías 11 y 12. Exudación de pavimento asfáltico PR 14 + 400 al PR 17 + 320.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Actividades pendientes por ejecutar. Se le dio conocimiento de esta anomalía al contratista y se espera que sea arreglado para evitar un desperfecto a futuro de la vía.

Sub-tramo 3.

Hito 62 PR 19 + 830. Primer tramo de tercer carril

Actividades realizadas en el periodo. Se continúa con la excavación para realizar el mejoramiento del terreno.



Fotografías 13 y 14. Excavación para mejoramiento de terreno PR 19 + 830.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Actividades pendientes por ejecutar. Continuar con el mejoramiento y relleno para realizar el mejoramiento de la calzada.

Hito 62 PR 19 + 996. Primer tramo de tercer carril.

Actividades realizadas en el periodo. Continúa el Proceso de excavación de 8 caisson para muros. Se continúan las actividades de armado de hierros e instalación de concreto para estructuras de zapata muros y muretes, igualmente en este primer tramo de construcción de tercer carril se realizan corte y rellenos de acuerdo a los diseños aprobados.



Fotografías 15 y 16. Armado de hierro e instalación de concreto para muros.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Proceso de excavación de 8 caissons para muro en inicio de primer tramo de tercer carril.

Actividades pendientes por ejecutar. Terminar excavaciones, armar hierros, fundir caisson para los muros de este tramo de tercer carril y construcción de muros, rellenos y ampliación de la calzada, adecuación de obras de arte.

Hito 62 PR 20 + 067. Primer tramo de tercer carril



Fotografías 17 y 18. Excavación de caissons PR 20 + 067.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Actividades realizadas en el periodo. Continúa el proceso de excavación de 8 caisson para muros. Se continúan las actividades de armado de hierros e instalación de concreto para estructuras de zapata muros y muretes, igualmente en este primer tramo de construcción de tercer carril se realizan corte y rellenos de acuerdo a los diseños aprobados.

Actividades pendientes por ejecutar. Terminar excavaciones, armar hierros, fundir caisson para los muros de este tramo de tercer carril y construcción de muros, rellenos y ampliación de la calzada, adecuación de obras de arte.

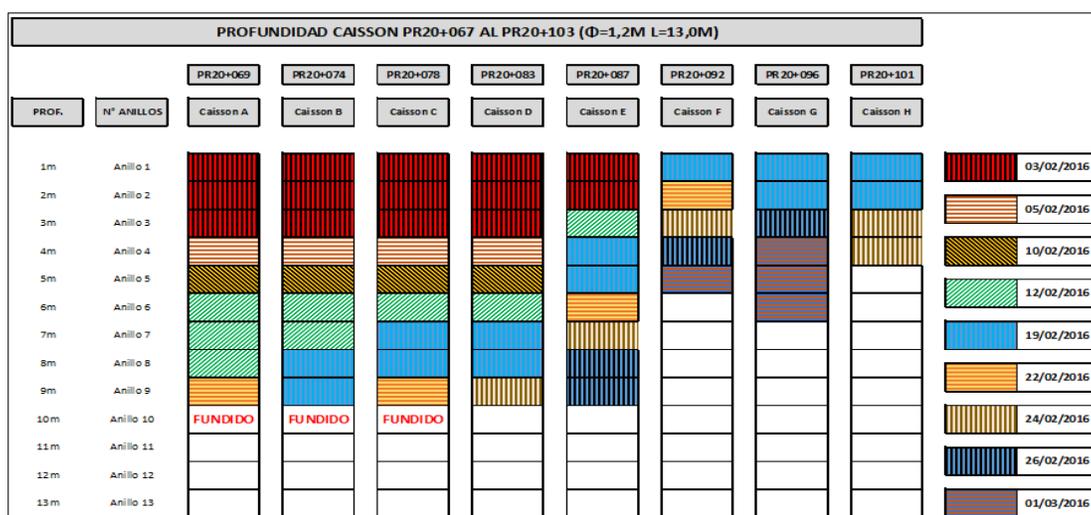


Figura 38. Seguimiento caissons PR 20 + 067 al PR 20 + 103.

Nota. Fuente: Autor (2016).

En la figura anterior se puede apreciar la profundidad de excavación de caisson en este PR donde el A, B, C, fueron excavados y fundidos hasta 9m y el D y E excavados a 9m esto por la liberación dada por concepto del geotecnia del contratista, y los caisson F, G y H continúan en excavación.

Hito 62 PR 20 + 580. Continuación primer tramo tercer carril

Actividades realizadas en el periodo. Se realiza instalación Subbase para realizar el mejoramiento de calzada.



Fotografías 19 y 20. Instalación de Subbase.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Hito 62 PR 21 + 580. Continuación primer tramo tercer carril.

En la visita realizada el 26 de febrero se pudo constatar que se estaba realizando relleno de muro con material de gran tamaño ocasionando el aplastamiento del tubo de drenaje y la rotura del subdren.



Fotografías 21 y 22. Relleno de muro.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Luego que se dio conocimiento de este problema al contratista se produjo de inmediato el arreglo de esta anomalía como se observa en la fotografía.



Fotografías 23 y 24. Corrección tubo de drenaje y subdren.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Hito 62 PR 21 + 532. Continuación primer tramo tercer carril.



Fotografías 25 y 26. Construcción de New Jersey.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografías 27 y 28. Avances caissons puente 3.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Hito 62 PR 28 +230. Puente 3.

Actividades realizadas en el periodo. En este frente de obra se adelanta la excavación de 14 caisson para la construcción del puente 3, el avance de estas estructuras se relaciona en la siguiente tabla:

Tabla 36.

Avance caissons puente 3.

PUENTE 3 PR28+230		
N° CAISSON	PROF. PROYECTADA (m)	AVANCE (m)
A	10	6
B	10	5
1	10	FUNDIDO
2	10	FUNDIDO
3	10	6
4	20	9
5	20	10
6	20	10
7	20	FUNDIDO
8	10	5
9	10	FUNDIDO
10	10	FUNDIDO
C	10	4
D	10	4

Nota. Fuente: Autor (2016).

En la figura siguiente se puede apreciar que los caisson para la Pila 1 (Caisson 4 y 5) se encuentra a una profundidad de 9 y 10m respectivamente, los caisson para pila 2 (Caisson 6 y 7) se encuentra fundido 7 a una profundidad de 7m por el proceso de liberación de la geotecnia ya que el diseño estaba de 20m y el 6 va en una profundidad de 9m.

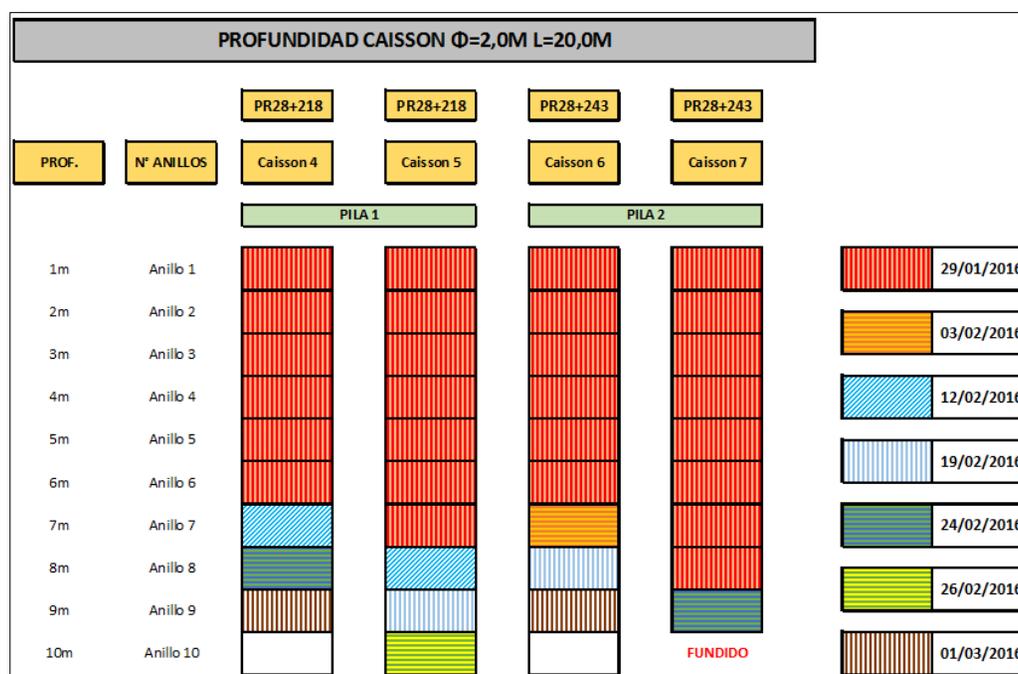


Figura 39. Avance caissons puente 3.

Nota. Fuente: Autor (2016).

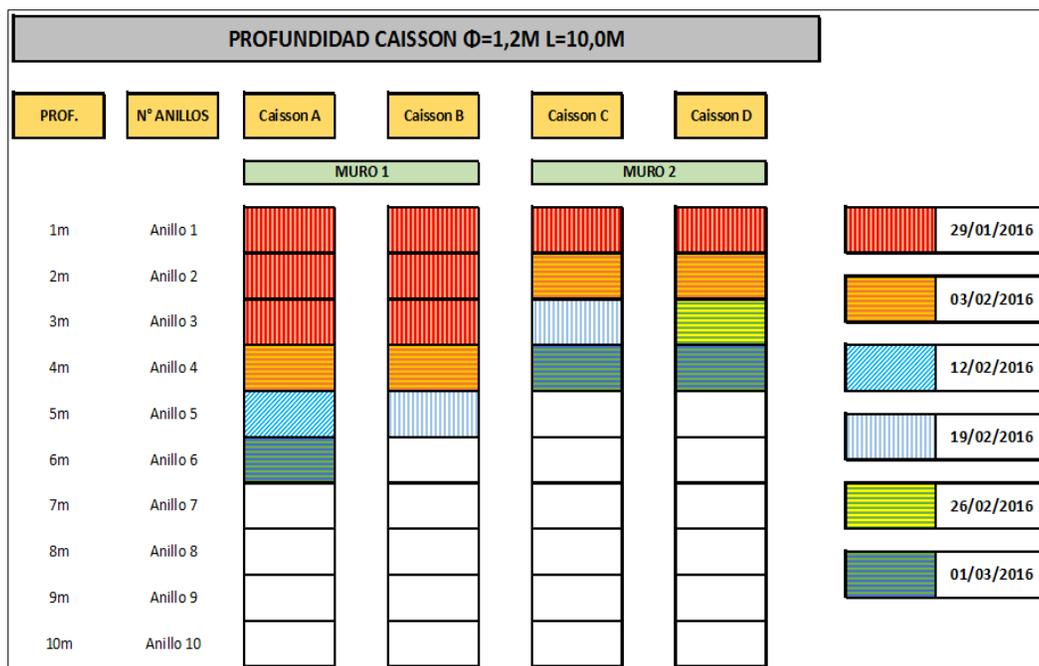


Figura 40. Avance caissons puente 3.

Nota. Fuente: Autor (2016).

En la figura anterior se puede apreciar que los caisson para el Muro 1 (Caisson A y B) se encuentra a una profundidad de 6 y 5m respectivamente, los caisson para el Muro 2 (Caisson C y D) se encuentra a una profundidad de 4m cada uno.

Hito 63 PR 34 + 320. Puente 10.

En este frente de obra se adelanta la excavación de 14 caisson para la construcción del puente 3, el avance de estas estructuras se relaciona en la siguiente tabla:

Tabla 37.

Avance caissons puente 3.

PUENTE 10 PR34+320		
N° CAISSON	PROF. PROYECTADA (m)	AVANCE (m)
1	10	0

2	10	0
3	10	0
4	10	0
5	12	3
6	12	3
7	12	3
8	12	3
9	10	1
10	10	1
11	10	1
12	10	0

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografía 27 y 28. Seguimiento excavación caissons puente 10.

Nota. Fuente: Autor (2016).

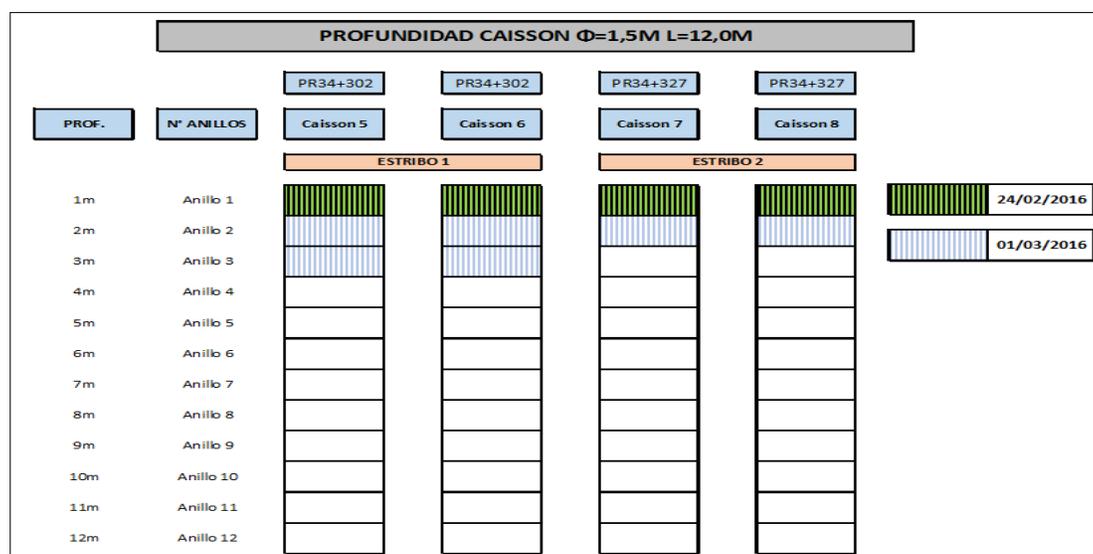


Figura 41. Avance caissons puente 10.

Nota. Fuente: Autor (2016).

En la figura anterior se puede apreciar que los caisson para el Estribo 1 (Caisson 5 y 6) se encuentra a una profundidad de 3m cada uno, los caisson para el Estribo 2 (Caisson 7 y 8) se encuentra a una profundidad de 2m cada uno.

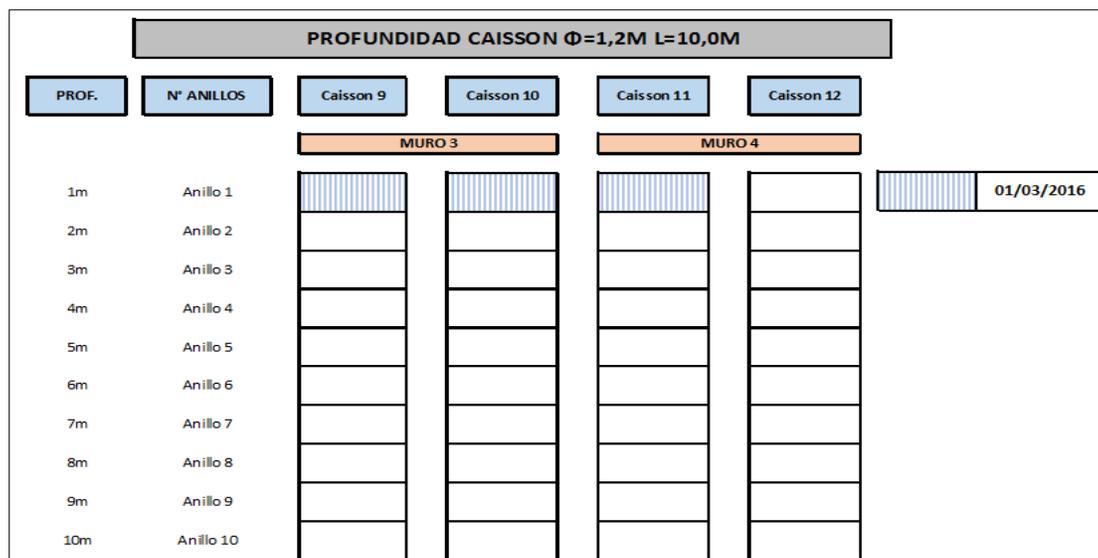


Figura 42. Avance caissons puente 10.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Hito 63 PR 43 +000. Puente peatonal Rio de Oro.

Actividades realizadas en el periodo. Se continúa con las actividades de construcción de puente peatonal de Rio de Oro, se realizó el armado de hierros y la fundida de la rampa de acceso y la instalación de las viguetas transversales de la rampa.



Fotografías 29 y 30. Puente peatonal Rio de Oro.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Errores Constructivos. Durante el mes de febrero de 2016 no se registraron errores de construcción significativos que implicaran afectación significativa en las actividades de construcción por parte del Concesionario para la transversal Rio de Oro - Aguaclara - Gamarra.

En el *Apéndice B, "Registro fotográfico y temas por resolver"*, se puede apreciar un registro fotográfico más completo del seguimiento realizado el mes de febrero y marzo.

Detalles encontrados.

Hito 61 PR 16+640 al PR17+310. Estructura de pavimento. En visita realizada se pudo verificar que el proceso de construcción en campo del pavimento no está cumpliendo con el diseño no objetado el cual debió ser de 25cm de reciclado del vía existente, 20cm de base granular y 6cm de carpeta asfáltica modificada con polímero; el cual fue puesto en conocimiento inmediatamente al Consol el cual hace la aclaración que debido a un error en el área de ingeniería se generó una planilla de pavimentos para el área de producción en la que se produjo una equivocación en la transcripción en la zona antes mencionada; de esta forma el pavimento con el que se pasó a campo para la ejecución fue el siguiente 20cm de reciclado del vía existente, 20cm de base granular y 6cm de carpeta asfáltica modificada con polímero.

Del 15 + 000 al 17+800	
Carpeta asfáltica con polímero	6 cm
Base granular	20 cm
Subbase Material Reciclado	25 cm

Figura 43. Esquema estructura de pavimento aprobado.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En dicho momento se encontraban realizando los trabajos entre las abscisas 16+640 y 17+310 (670 metros), habiéndose iniciado estos en el 17+310 hacia menos abscisa, gracias a esta observación se iniciaron los trabajos desde la abscisa 16+640 hacia menores con la sección indicada en el diseño NO OBJETADO. Por tal razón Consol realizo los ensayos pertinentes para verificar que la carpeta instalada cumpla con las especificaciones mínimas como se muestra a continuación:

Tabla 38.

Diseño no objetado.

DISEÑO APROBADO					
Capa No.	d (cm)	d(pulg)	ai	mi	SNi
Capa asfáltica nueva	6	2,4	0,38	1	0,91
Base granular	20	8	0,14	0,9	1,01
Sub-base material reciclado	25	10	0,12	0,9	1,08
Material granular 2	29	11,6	0,1	0,9	1,04
				SN EFEC	4,04
				SN REQ	3,96

Nota. Fuente: Autor (2016).

Ya que el $SNeffectivo=4.04 > SNrequerido = 3.96$ CUMPLE

Del 15 + 000 al 17+800	
Carpeta asfáltica con polímero	6 cm

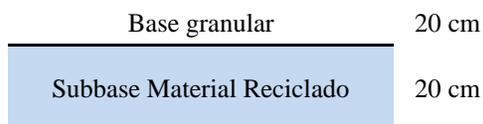


Figura 44. Esquema estructura de pavimento instalada tramo 8.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 39.

Diseño empleado.

DISEÑO INSTALADO					
Capa No.	d (cm)	d(pulg)	ai	mi	SNi
Capa asfáltica nueva	6	2,4	0,38	1	0,91
Base granular	20	8	0,14	0,9	1,01
Subbase material reciclado	20	8	0,12	0,9	0,86
Material granular 2	34	13,6	0,1	0,9	1,22
				SN EFEC	4,01
				SN REQ	3,96

Nota. Fuente: Autor (2016).

Ya que el $SN_{efectivo} = 4.01 > SN_{requerido} = 3.96$ CUMPLE

Lo que quiere decir que a pesar del error cometido al instalar este pavimento se está cumpliendo con las especificaciones mínimas para que este cumpla.



Fotografías 31 y 32. Verificación espesor de capas.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Los temas pendientes a resolver por parte de la concesión, se pueden apreciar en el *Apéndice B, “Registro fotográfico y temas por resolver”*.

Seguimiento mes de abril y mayo. En el presente mes de abril y mayo de 2016, se registraron los siguientes avances de obra por parte del Concesionario:

Sub-tramo 1. Se registraron cada una de las actividades desarrolladas durante el sub-tramo 1 de vía en el desarrollo de la transversal. Se ilustra a continuación el avance en la construcción del peaje provisional Gamarra, la zona destinada para pesaje y peaje definitivo, localizado en el PR 3 + 840 al PR 4 + 420. Se ilustra el desarrollo de este a continuación:

PR 3+600. Zona de pesaje.



Fotografías 33 y 34. Zona de Pesaje y Peaje.

Nota. Fuente: Autor (2016).

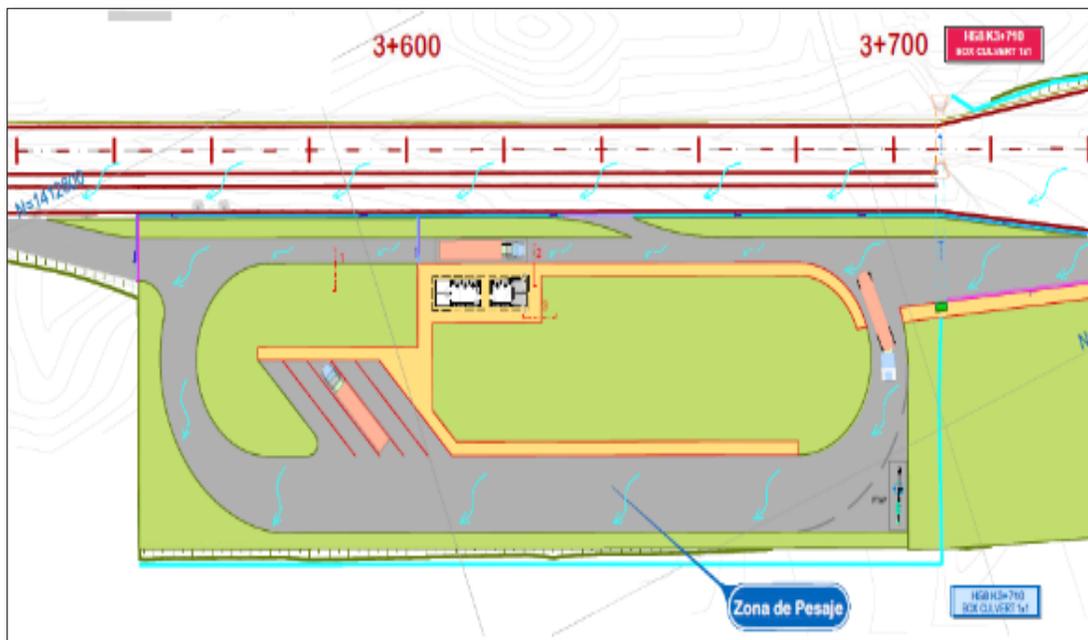


Figura 45. Esquema zona de pesaje.

Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Se observa despejada la zona donde se va a construir la zona de pesaje y el peaje definitivo en el PR 3 + 840 AL PR 4 + 420.



Fotografías 35 y 36. Tala de Árboles y adecuación terreno.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realiza tala de árboles y adecuación del terreno entre los PR 4+000 y PR 4+260, donde posteriormente se aplicaría un material como corona.

Fotografías 37 y 38. Estación de peaje provisional Gamarra.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Para el 15 del mes de abril se le dio apertura a la estación de peaje provisional Gamarra, concluyendo las acciones constructivas en esta estación, ubicada en el PR 6 + 200.

Se instalaron las señalizaciones correspondientes a la infraestructura, respectivos anuncios y señales informativas para los usuarios que hacen uso de esta vía.

Debido a la ola invernal dada por los cambios climáticos, se presentó acumulación de agua en el



reductor de velocidad en la margen derecha de Gamarra hacia Aguachica, por lo que se pidió mediante un oficio, pronta solución a tal dificultad.

En lo referente al avance de vía en este hito se relaciona seguimiento realizado:

- PR 6 + 680 al PR 7 + 440, excavación y adecuación de corona.
- PR 7 + 440 al PR 7 + 900, instalación de sub-base granular.
- PR 7 + 440 al PR 7 + 900, limpieza restos de sub-base instalada.

- PR 4 + 350 al PR 7 + 800, reciclado pavimento.
- PR 6 + 020 al PR 6 + 560, instalación de pavimento
- PR 6 + 500 al PR 6 + 660, instalación de sello (emulsión asfáltica) base

granular e=0.20m

Se realiza excavación para la adecuación y mejoramiento de corona en el PR 6 + 680 al PR 7 + 440, a ambos márgenes de la vía.

Por otro lado, la Interventoría evalúa todas las condiciones en la que se encuentra la vía, el estado anterior, actual y al que debe llegarse según los diseños, incluyendo cada una de las secciones de la vía, en este hito se hizo seguimiento a las condiciones de la sección transversal y el manejo dado.

Ampliación de vía.

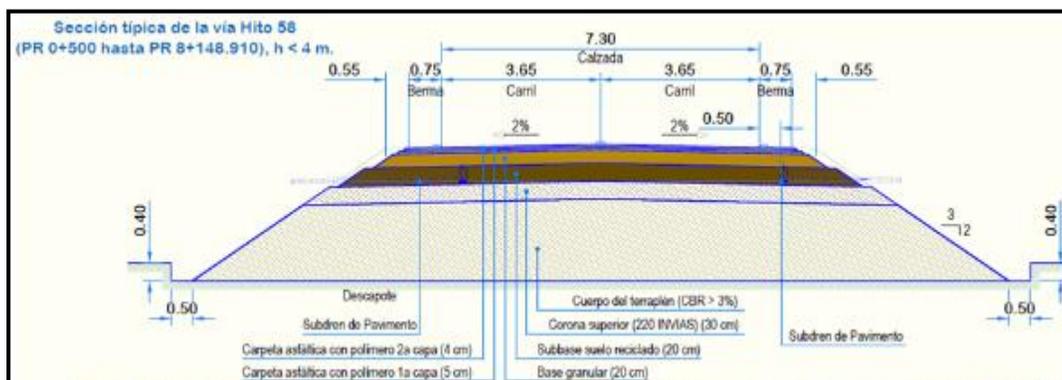


Figura 46. Estructura de Pavimento Aprobada Hito 58.

Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Fotografías 39 y 40. Verificación Sección Transversal.

Nota. Fuente: Autor, 2016.

Se pudo verificar en visita hecha que la sección transversal de los planos no objetados para este hito no se está cumpliendo. Esto se da en los PR 4+440 al PR 5+600 y del PR 6+100 al PR 7+900, esta sección transversal no objetada se presenta solo desde el PR 5+600 al PR 6+100.



Fotografías 41 y 42. Reciclado de pavimento PR 4 + 440 al PR 6 + 560.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realizó el reciclado de pavimento desde el PR 4 + 440 al PR 6 + 560.



Fotografías 43 y 44. Instalación base granular PR 5 + 780 al PR 6 + 020.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realiza instalación de base granular del PR 5 + 780 al PR 6 + 020.



Fotografías 45 y 46. Instalación base granular PR 6 + 680 al PR 7 + 440.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realiza instalación de base granular del PR 6 + 680 al PR 7 + 440.



Fotografías 47 y 48. Imprimación base granular.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realiza imprimación de base granular.



Fotografías 49 y 50. Instalación de pavimento del PR 6 + 020 al PR 6 + 560.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Instalación de pavimento del PR 6 + 020 al PR 6 + 560 con una longitud igual a 540m y un espesor de $e=9\text{cm}$.

Actividades realizadas en el periodo. En este periodo se realizó la nivelación y replanteo del tramo de vía, rellenos para mejoramiento a nivel de corona, extendido de sub-base e Imprimación del PR 6 + 680 AL PR 7 + 440; en el PR 4 + 000 AL PR 4 + 260 se ejecutó la tala de árboles, para proceder a realizar el respectivo cajeo y conformación de la estructura del pavimento, se realizó reciclado de pavimento PR 4 + 350 AL PR 7 + 800.

Actividades pendientes por ejecutar

- Fresada calzada existente.
- Instalación de base granular con material reciclado.
- Extendido de carpeta asfáltica.
- Instalación de señalización horizontal y vertical.

Sub-tramo 2.

Hito 60 (PR 0 + 000 al PR 9 + 900). Instalación de barreras metálicas. Se revisaron los planos respectivos de la instalación de barreras metálicas en todo el trayecto del hito, verificando el cumplimiento de lo establecido en cada uno de los diseños.

Se registró la respectiva instalación de barreras metálicas en los siguientes tramos:

- PR 4 + 150
- PR 4+380
- PR 5 + 600
- PR 5 + 800
- PR 6+ 520
- PR 6 + 800
- PR 2+160

Evidenciando el PR 4+380 que la barrera está un poco por fuera del margen del bordillo de cuneta. Por lo anterior, se solicitó el diseño inicial de esta actividad, para evaluar así el cumplimiento de ellos. También se evidencia la construcción de accesos durante este hito.

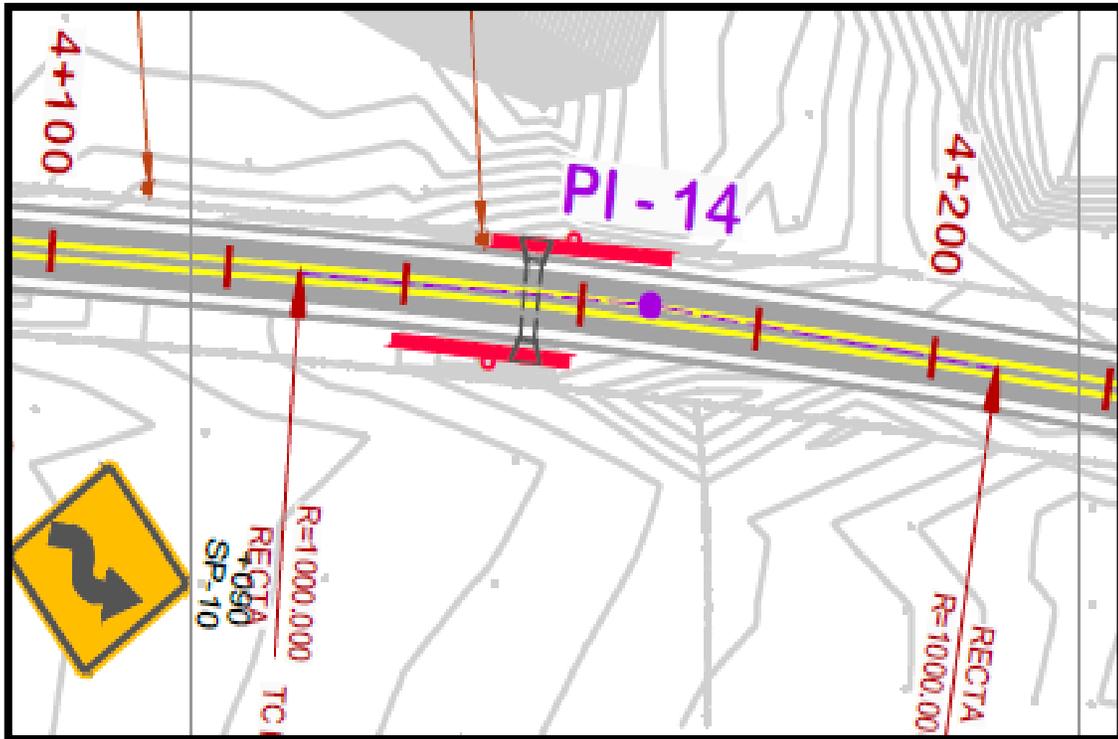


Figura 47. Instalación de Barreras Metálicas PR 4+150.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

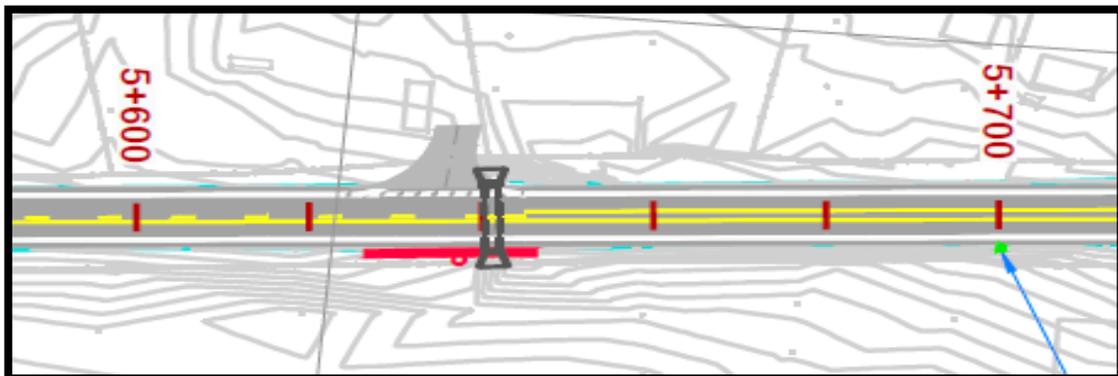


Figura 48. Instalación de Barreras Metálicas PR 5+600.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

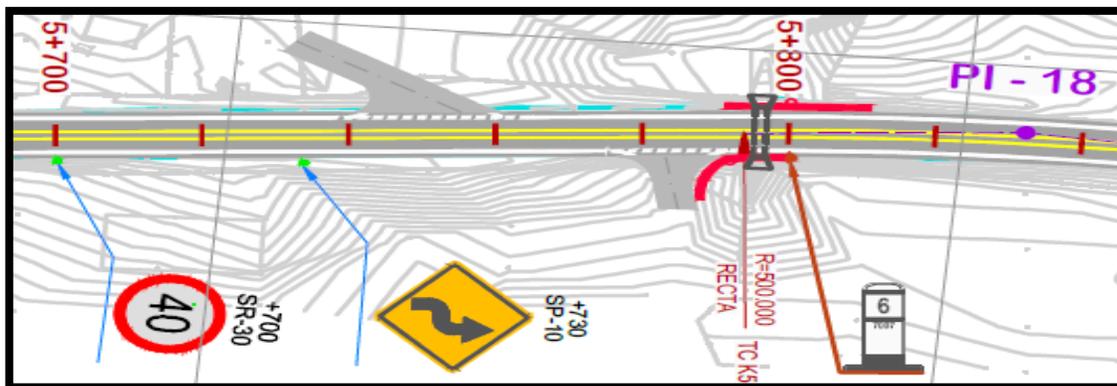


Figura 49. Instalación de Barreras Metálicas PR 5+800.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

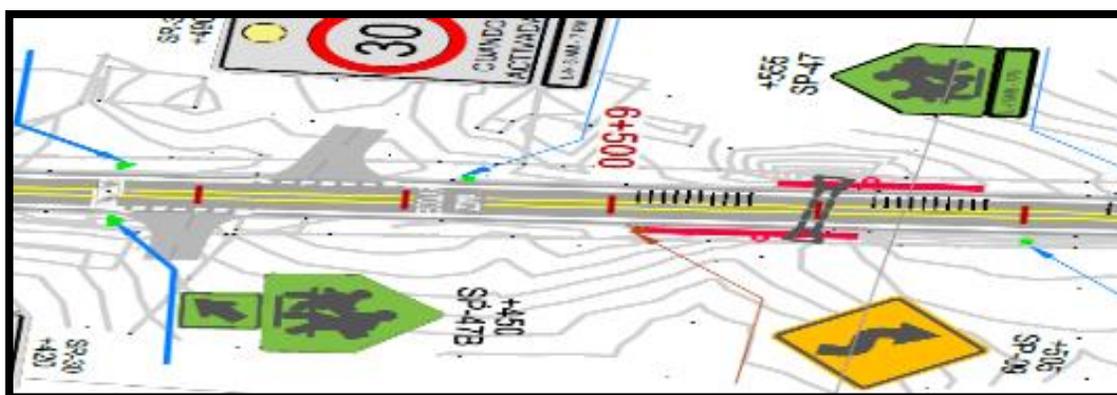


Figura 50. Instalación de Barreras Metálicas PR 6+520.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Fotografías 51 y 52. Instalación de Barreras Metálicas PR 6+800.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografías 53 y 54. Instalación de Barreras Metálicas PR 5+600.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realiza instalación de barrera metálica en el PR 5+600, se puede evidenciar que la barrera está muy cerca del asfalto, por seguridad vial se recomienda analizar y evaluar una mejor instalación.

Cabe resaltar que en las zonas recientemente pavimentadas por la Concesionaría, se evaluará su estado general, de acuerdo a los ensayos realizados, interviniendo las zonas donde se presenten patologías que indiquen daños estructurales importantes en profundidad. Sin embargo, se hará un mantenimiento rutinario de las mismas.

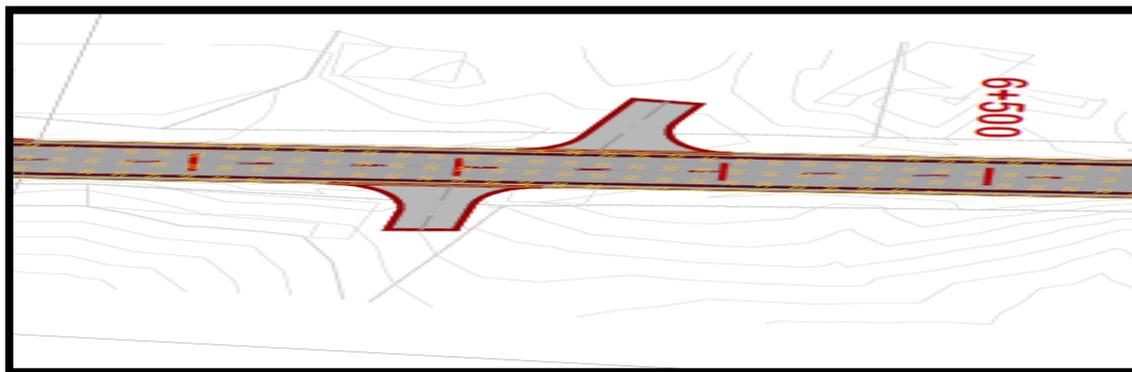


Figura 51. Acceso PR 6+460.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Fotografías 55 Y 56. Acceso PR 6+460.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Mejoramiento de seguridad vial, uso de chaflán. Debido a que el nivel del pavimento quedó por encima del de la cuneta, se realizó un proceso mediante el cual se trataba de nivelar la vía en relación a la cuneta, buscando la seguridad del usuario. Por lo que aplicó un material bituminoso como relleno, creando una pendiente que empalmara con la cuneta y así evitar esa diferencia de escalón entre las dos Alturas. Cabe aclarar que este material no está compuesto por triturado.



Fotografías 57 Y 58. Construcción de chaflán.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Construcción de bordillo en asfalto margen izquierdo de la vía entre los PR 11 + 400 al PR 11 + 960.



Fotografías 59 y 60. Bordillos pavimento PR 9+170.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Actividades realizadas en el periodo. Se realizó la instalación de defensas metálicas en los PR 2+300, se le reitero a Consol mover las defensas metálicas que estuvieran invadiendo la cuneta y estuvieran cerca de la vía, ya se inició su traslado para dejar libre la berma cuneta, se continúa desarrollando la actividad de empalme de bordillo cuneta asfalto del PR9+170 terminado.

Actividades pendientes por ejecutar. Construcción variante Villa de San Andrés y Acceso a Aeropuerto, la construcción de alcantarillas e instalación de defensas metálicas, instalación de señalización definitiva, construcción de paraderos y refugios.

Hito 61 (PR 9 + 900 al PR 19).

En el desarrollo de este hito se presentan operaciones de pavimentación en zonas que se detecte un estado deficiente, construcción de zanjas de coronación, señalización, construcción de cunetas, alcantarillas, e instalación de cuatro sobrecanchos para refugio de vehículos, entre otras.

En las visitas realizadas se registró el avance en obra del campamento instalado para la transversal, su adecuación, y se verificó que contara con todo lo requerido para su buen funcionamiento, como la maquinaria, lo que se ilustra a continuación:

PR 14 + 000 Campamento p/pal. En este PR se encuentra ubicado el campamento principal en el cual ya se tiene desde el mes de febrero la puesta en marcha de la máquina trituradora de material pétreo, en el mes de abril, se completó la instalación y puesta en marcha de la planta portátil para la elaboración de concreto, también se continúan realizando las explanaciones en las diferentes áreas del campamento, la instalación de las estructuras metálicas para las cubiertas de las áreas de oficina, casino y laboratorio.



Fotografías 60 y 61. Campamento principal.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Construcción de estructura para almacenamiento de densímetros nucleares, falta encerramiento y cubierta. Se registra igualmente, la terminación de la batería de baños para el personal encargado del control de calidad.



Fotografías 62 y 63. Adecuación campamento.

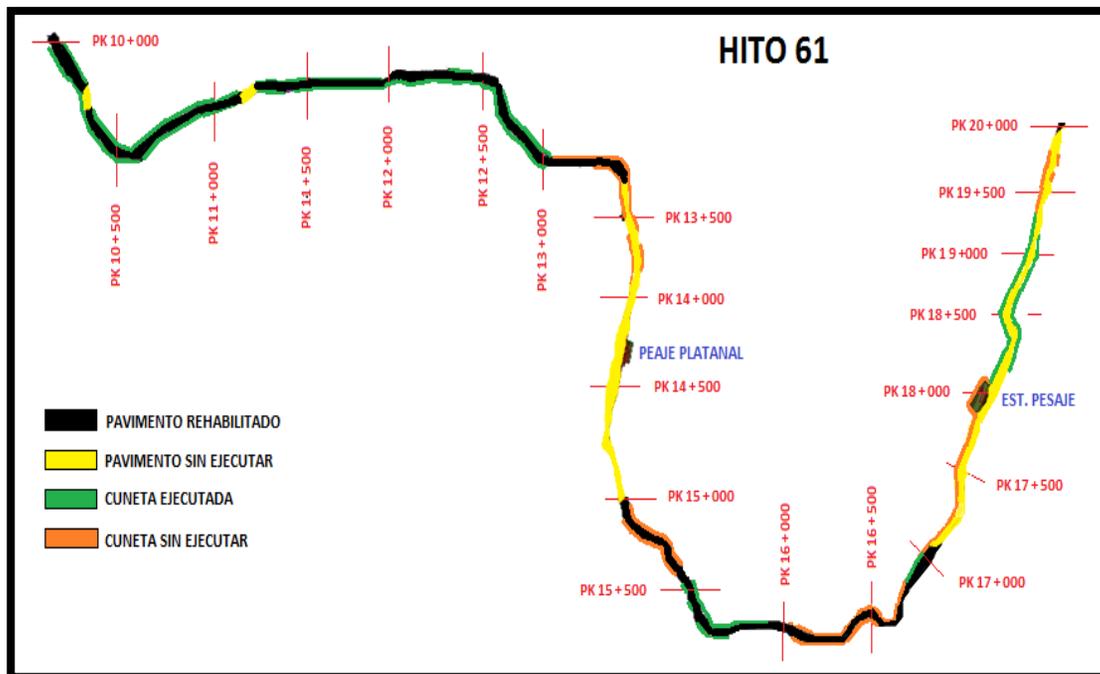
Nota. Fuente: Autor (2016).

Construcción de piscinas para curado de cilindros e instalación de container para laboratorio.

Actividades realizadas en el periodo. Se realizó Construcción de estructura para almacenamiento de densímetros nucleares, construcción de la batería de baños para el personal del departamento de calidad; continúa el acopio y manejo de material de cantera.

Actividades pendientes por ejecutar. Estructura de acopio densímetro nuclear, instalación redes hidráulicas y sanitarias y prefabricados en concreto, igualmente hace falta la construcción y puesta en marcha de la sub estación eléctrica.

Por otro lado, se iniciaron actividades preliminares para la construcción del peaje definitivo de Platanal, localizado en el PR 14 + 200, por lo que se llevó un registro del avance en esta estructura.



Fotografía 64. Adecuación terreno peaje Platanal.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Figura 52. Esquema avance de Rehabilitación de pavimentos y construcción de cunetas en el hito 61

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En la imagen anterior se refleja el avance del pavimento y cunetas construidas, al igual que las que no han sido intervenidas.

PR 14 + 200. Peaje definitivo Platanal.

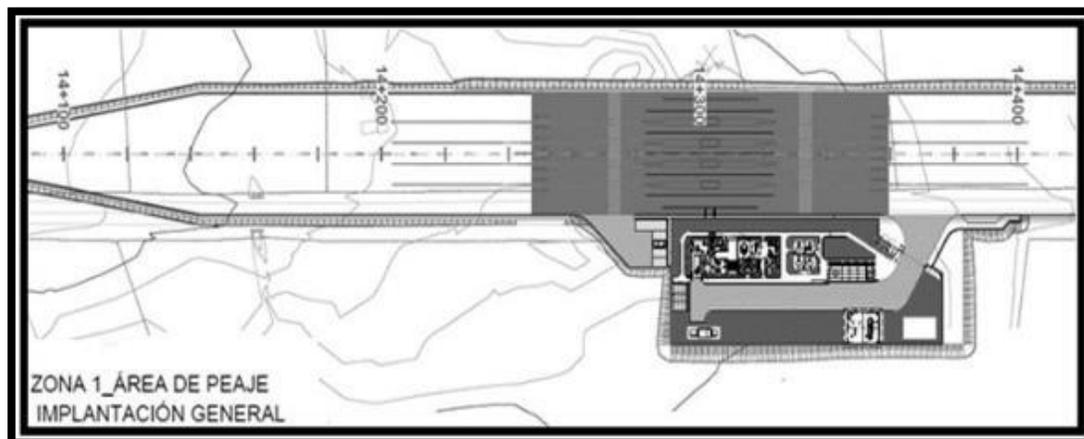


Figura 53. Esquema Peaje Definitivo.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

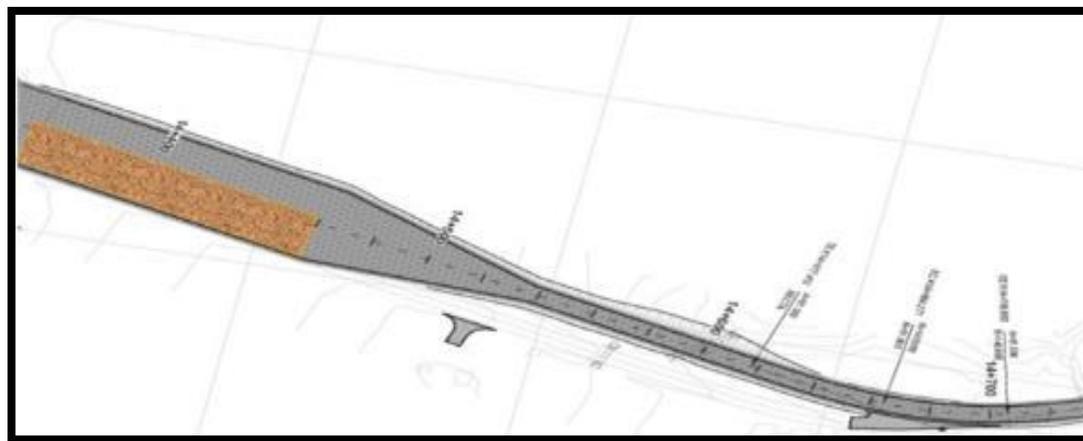


Figura 54. Esquema Zona actualmente intervenida.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Terminan trabajo de descapote para la construcción de peaje definitivo PR 14 + 200 peaje Platanal. Se evidenció en otra visita, que continua actividad de extendido y compactado de material seleccionado para conformación terraplén. PR 14 + 200.



Fotografía 65. Adecuación de terreno en área peaje definitivo Platanal.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografía 66. Descapote e instalación de material.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Descapote e instalación de material seleccionado del área que cuenta con liberación predial. Construcción de encerramiento definitivo y provisional.

También se realiza mejoramiento del terreno, sus respectivos rellenos con material de mejoramiento, procedente de la cantera Peralonso. Extendido de la primera capa de 30 cm

para conformación de la ampliación de los carriles del peaje definitivo. PR 13+ 950 al PR 14+030.

Actividades realizadas en el periodo. Se realizó la conformación del terreno con material seleccionado.

Actividades pendientes por ejecutar. Conformación de terraplén, cerramiento, construcción taller de almacenamiento, cimentación edificio administrativo y control de peaje.

PR 17+900. Zona de pesaje.

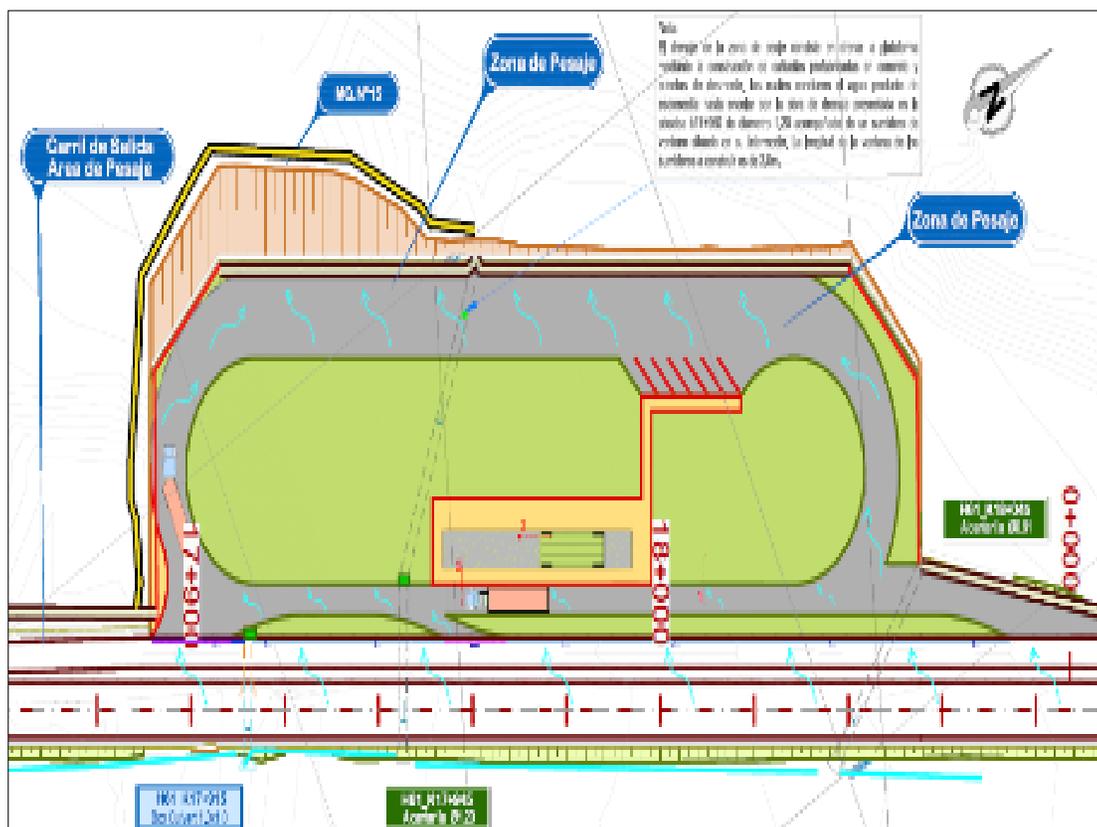


Figura 55. Zona de Pesaje Platanal.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Fotografías 67 y 68. Zona Pesaje Platanal.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se puede evidenciar que no se han comenzado las labores correspondientes a la zona de pesaje.

Sub-tramo 3.

Hito 62 (PR 19 + 800 AL PR 29 + 700). Primer tramo de tercer carril. En la gráfica a continuación se presenta el estado actual de la construcción en el primer tramo de tercer carril, se evidencia el avance en la construcción de Caisson, Zapatas, muros y New Jersey, al igual que la instalación de material seleccionado para el relleno compactado. Igualmente persiste la dificultad predial en dos sectores de este primer tramo de tercer carril, lo cual viene siendo gestionado por el área social y predial del Concesionario.

En el hito 62 y 63 se realizan trabajos como construcción de tercer carril en varios sub-tramos de la vía, construcción de diez puentes, realización de corte de curvas, construcción de muros, la gráfica a continuación se presenta el estado de la obra en el primer tramo de tercer carril, realización de rellenos, reconstrucción de trazado, entre otras.



Fotografía 69. Relleno y compactado de material para muro PR 20 + 390 al PR 20 + 420.

Nota. Fuente: Autor (2016).

A continuación, se ilustra el estado actual de la construcción de muros para tercer carril, en el sub-tramo correspondiente al PR 19 + 700 al PR 21 + 790.

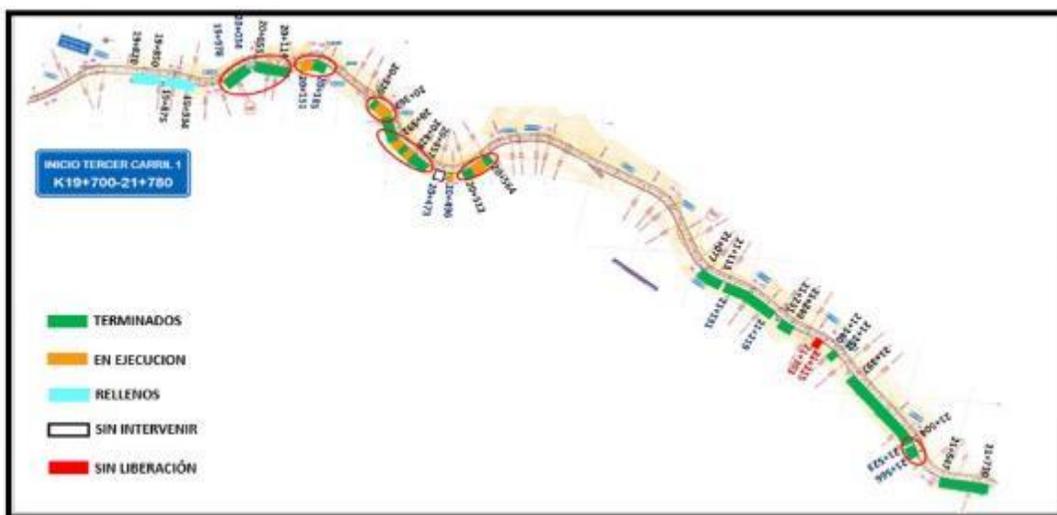


Figura 56. Estado actual de la construcción de muros del primer tramo de tercer carril.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Se llevó un constante registro de avance del levantamiento de estos muros, desde la excavación, armado de acero de refuerzo para vástagos y muros mayores, formateado y fundición de muro, incluyendo la respectiva instalación de filtros y todo el proceso en general.

Para la construcción de muros, por las características que presentaba el terreno, en cuanto al manejo de cimentación fue necesario cimentar con caissons, ilustrando en los planos de diseño las profundidades a las que se debía escavar en cada una de las localizaciones, como resultado a un estudio previo realizado en toda el área de construcción. Cabe resaltar que las dificultades presentadas durante el desarrollo de tal actividad, se les presta pronta solución con recursos DTO'S, presentados por la parte constructora, en este caso CONSOL.

Siguiendo con el avance y muestreo de resultados, se verificó la adecuación y ubicación para comienzos de excavación de caissons en el PR 20 + 520 al PR 20 + 580, donde posteriormente se llevó registró de avance en la excavación, los cuales serían usados para construcción de muros.

Se realizó el relleno y compactación para muro de primer tramo de tercer carril entre PR 20 + 390 al PR 20 + 420.



Fotografías 70 y 71. Excavación de caissons PR 20 + 324,95 al PR 20+367,12.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografía 72. Construcción de New Jersey.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Armado de acero de refuerzo e instalación de formaleta para vaciado de New Jersey



Fotografía 73. Relleno y compactación de material para alcantarilla PR 20 + 420.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realizó el relleno y compactación de material seleccionado, para el atraque de la tubería de alcantarilla ubicada en el PR 20 + 420 falta construir estructura de descole.



Fotografías 74 y 75. Demolición de muro existente PR 20 + 480.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realizó la demolición de muro existente, esta se llevó a cabo con martillo percutor apoyados con explosivos, con el fin de adecuar el área para la construcción del muro definitivo. Inició construcción de cimentación en concreto ciclópeo, según DTO presentado el pasado 06 de mayo de 2016 con oficio radicado mediante consecutivo S-2016-007022-NAC.



Fotografías 76 y 77. Excavación caissons para muro PR 20 + 523 – PR 20 + 558.

Nota. Fuente: Autor (2016).

PR 28 + 230. Puente 3.



Fotografías 78 y 79. Excavación caisson 3 y fundida caisson 6.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se debe recalcar que, en el período de construcción, las estructuras encontradas, y que se consideren innecesario destruirse, pueden usarse con el fin de prestar mejor adecuación a la construcción, para ello es necesario presentar un Diseño Técnico de Obra (DTO), como se presentó en el muro del PR 20 + 480, el cual fue demolido en su parte superior, y se le dio uso a sus cimientos, donde con ayuda de concreto ciclópeo se subió a nivel y se usó su cimentación, para posterior construcción de muro definitivo.

Se realiza seguimiento al cumplimiento del diseño en cada contenido de estos, las cimentaciones y el montaje de estribos, pilas y muros de acompañamiento.

PR 28 + 230. Puente # 3.

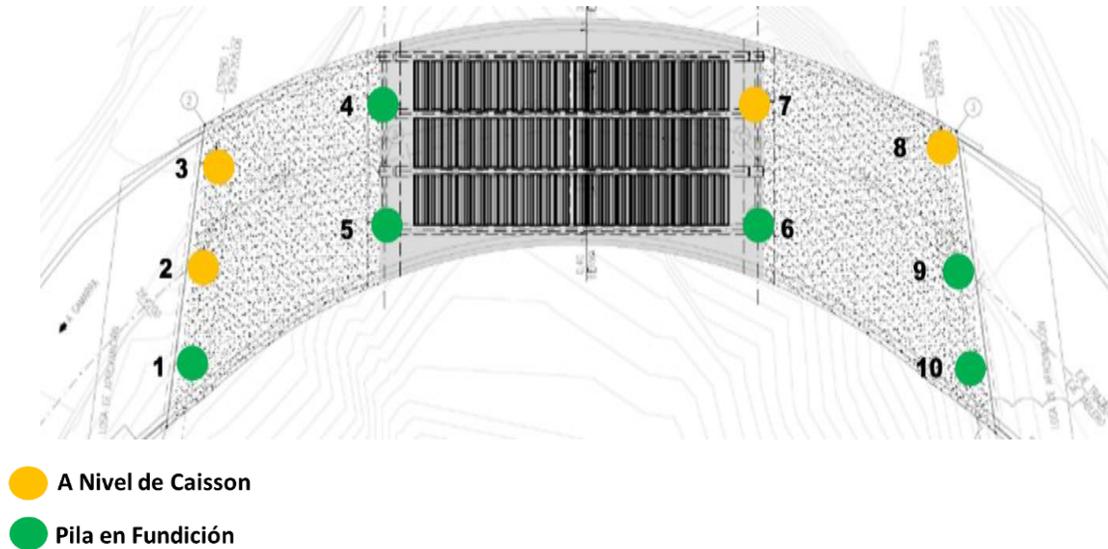


Figura 58. Estado actual de la construcción de las pilas del Puente #3.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

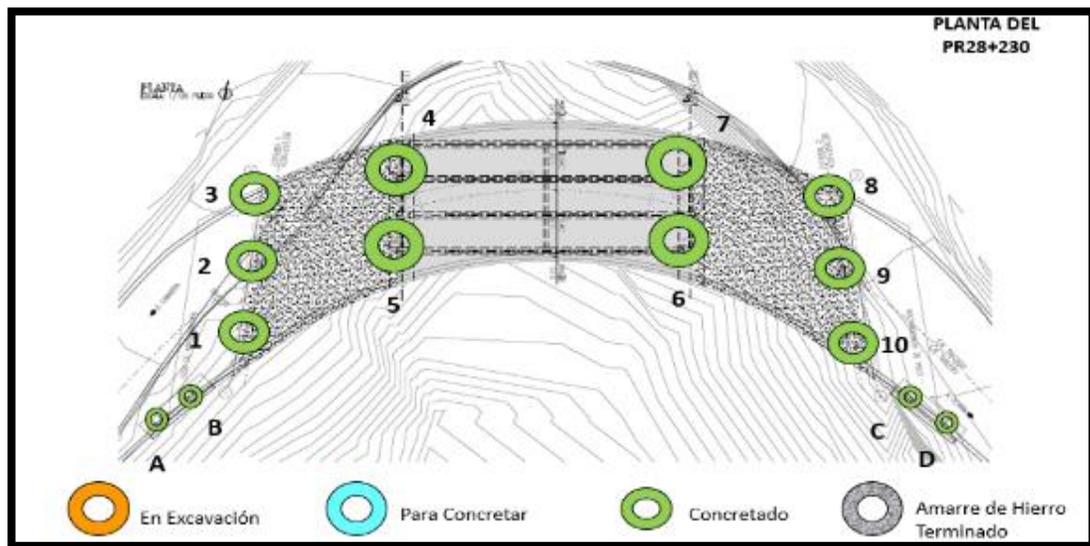


Figura 59. Estado actual de la construcción de Caisson para cimentación del Puente #3.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

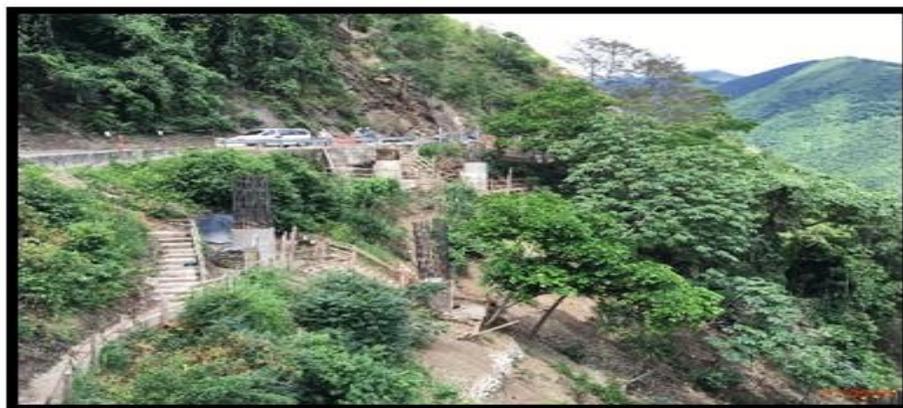
Se realiza seguimiento a cada etapa de caissons, para la construcción del Puente #3, en el PR 28 + 230, donde se resaltan estribos de diámetro de 1.5 m, donde se refleja un estado absoluto concretado de caissons.



Fotografías 80 y 81. Armado de acero para pilas.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Armado de acero para pila # 4. Formaleta para construcción de dados en concreto para apoyar los andamios de trabajo.



Fotografía 82. Armado de aceros para pilas.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Instalación de formaleta y armado de acero para vaciado de pilas de estribo.

Actividades realizadas. Construcción del dissipador de alcantarilla PR 20 + 179, relleno y compactado de material para muro PR 20 + 390 al PR 20 + 420, excavación de caisson PR 20 + 324,95- PR 20+367,12, relleno y compactación de material para alcantarilla PR 20 + 420, demolición de muro existente PR 20 + 480, excavación caisson para muro PR 20 + 523 – PR 20 + 558, armado de acero para pila # 4 PR 28+230, formaleta para construcción de dados para instalación de andamios.

Actividades por realizar. Continuar los rellenos y la compactación de material, construcción de Caisson faltantes, zapatas, muros, construcción new jersey, instalación sub-base, base y carpeta asfáltica y concluir construcción de puente #3.

Hito 63 (PR 29 + 700 AL PR 43 + 000)

Segundo Tramo Tercer Carril. Estado actual de la construcción de muros del segundo tramo de tercer carril. En la figura a continuación se presenta el estado actual de la construcción en el segundo tramo de tercer carril, se evidencia el avance en la construcción de Caisson, Zapatas, muros y New Jersey, al igual que la instalación de material seleccionado para el relleno compactado. Persiste la dificultad predial con un predio, en el sector final de este segundo tramo de tercer carril, lo cual viene siendo gestionado por el área social y predial del Concesionario.



Figura 60. Estado actual de la construcción de muros del segundo tramo de tercer.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Fotografías 83 y 84. Excavación de Caisson PR 33+006.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Continúa la excavación Caisson para construcción de muros en el segundo tramo de tercer carril, (Ver figura Seguimiento a las excavaciones)

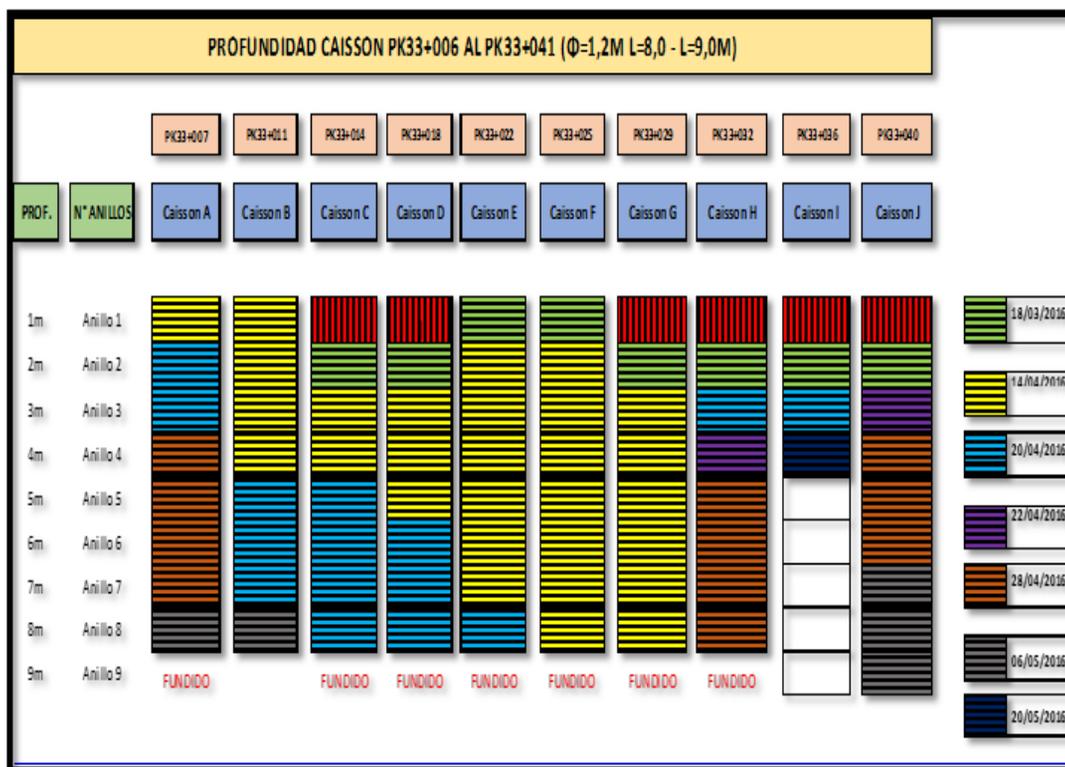


Figura 61. Seguimiento Caisson para cimentación de muros PR 33 + 006 – PR 33 + 041.

Nota. Fuente: Autor (2016).

En la anterior figura, se observa el avance en las excavaciones y los núcleos fundidos al 27 de mayo de 2016.



Fotografías 85 y 86. PR 33+117- PR 33+201,72. Excavaciones para construcción de muro.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realiza el vaciado de concreto para zapatas de muros y New Jersey del segundo tramo de tercer carril.

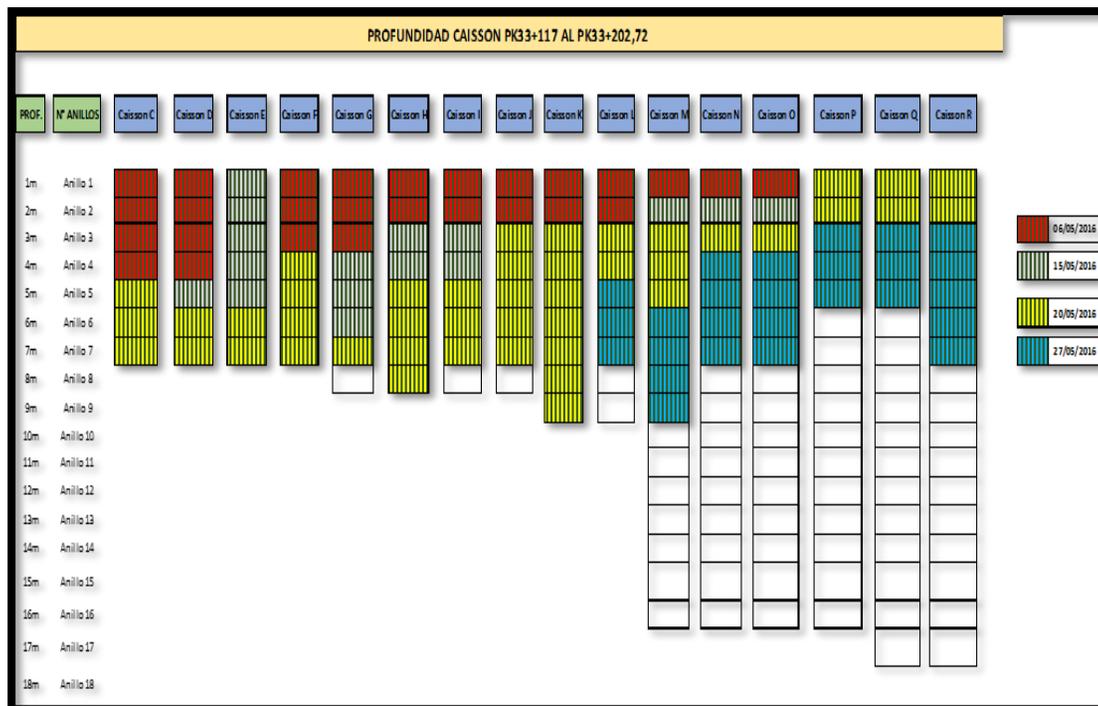


Figura 62. Seguimiento Caisson para cimentación de muros PR 33 + 117 – PR 33 + 202.

Nota. Fuente: Autor (2016).

En la anterior figura, se observa el seguimiento al avance en las excavaciones al 27 de mayo de 2016.



Fotografías 87 y 88. PR 33+260. Excavación de Caisson.

Nota. Fuente: Autor (2016).

PR 34 + 320. Puente # 10.

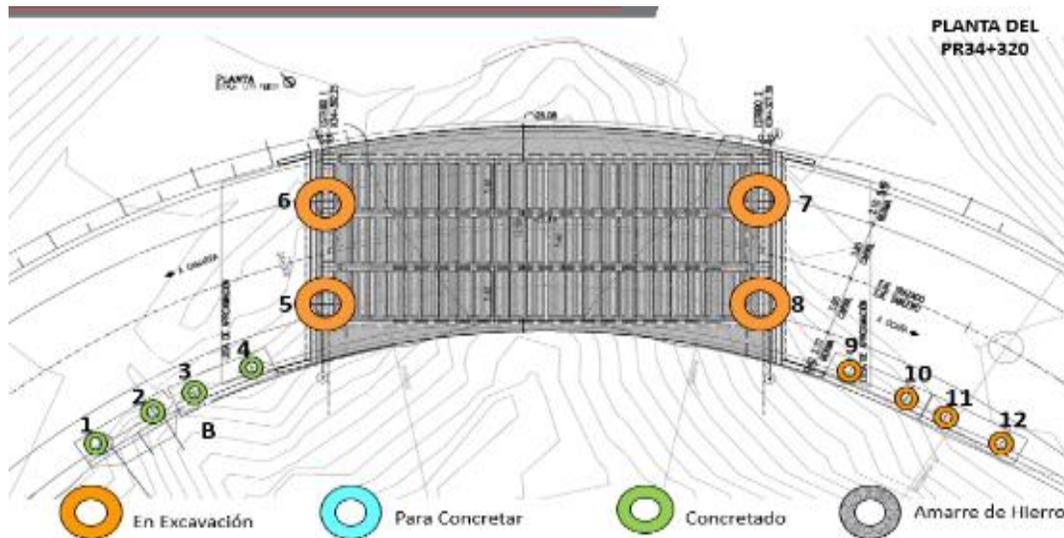


Figura 63. Estado actual de la construcción de Caisson cimentación del Puente # 10.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

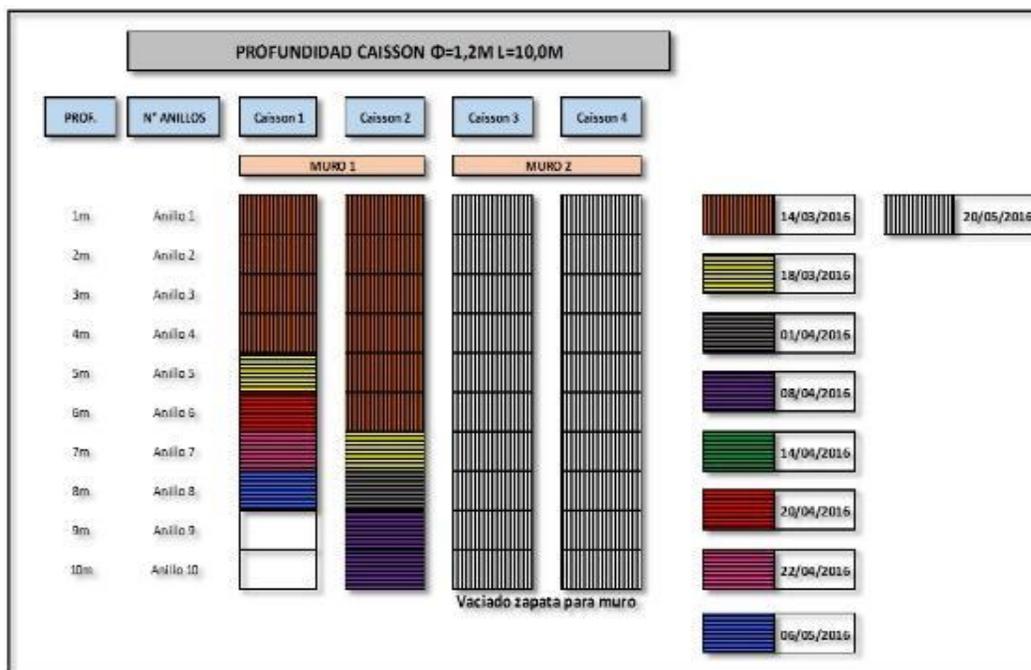


Figura 64. Seguimiento Caisson Puente PR 34 + 320, para muros de acompañamiento.

Nota. Fuente: Autor (2016).

En la anterior figura se observa el seguimiento al avance en las excavaciones y vaciado a mayo 27 de 2016.

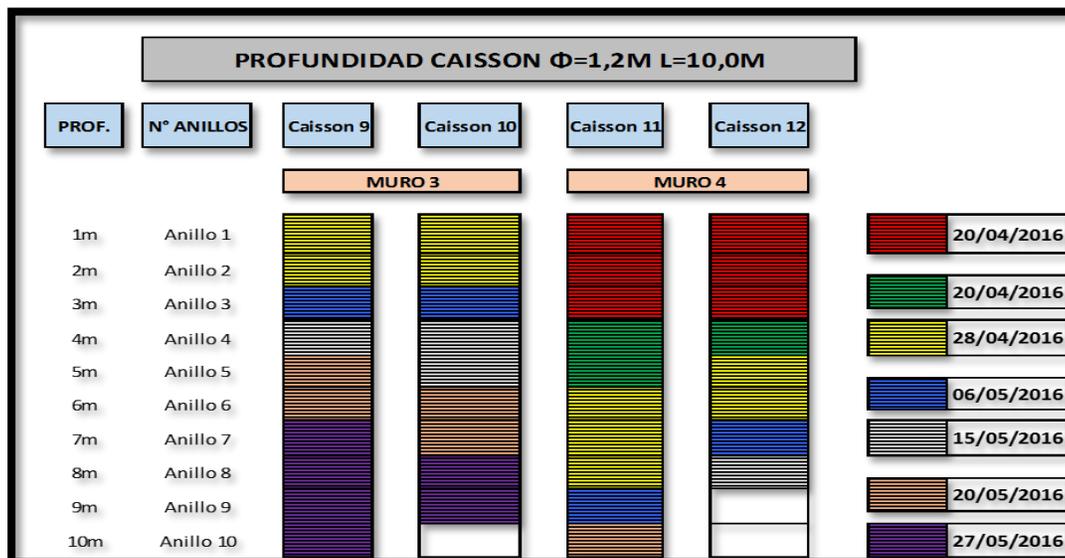


Figura 65. Seguimiento Caissons Puente PR 34 + 320 muros de acompañamiento.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografías 89 y 90. Excavación de caissons.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Actividades Realizadas. PR 33+006 Excavación de Caisson, PR 33+117- PR 33+201,72 Excavaciones para construcción de muro, PR 33+260, Excavación de Caisson, PR 34 + 320 PUENTE # 10

Actividades por Realizar. Culminar excavación de Caisson, construcción de zapatas, muros, instalación de rellenos, instalación estructura de vía, construcción puente #10.

Metodología Constructiva. Durante los recorridos diarios realizados por la Interventoría a los diferentes Hitos, se pudo observar en los tramos donde ya se ejecutó la instalación de sobre-carpeta asfáltica con polímero, pertenecientes al Hito 60 e Hito 61, que donde existían cunetas ya construidas, se ejecutaron los bordillos del pavimento en el hito 60 quedando pendiente para el mes de junio la ejecución de estos en el Hito 61.



Fotografías 91 y 92. Bordillos de pavimento.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Los temas pendientes a resolver por parte de la concesión, se pueden apreciar en el *Apéndice B, “Registro fotográfico y temas por resolver”*.

Seguimiento mes de junio. A continuación, se muestra el esquema del Hito 58, el registro fotográfico de cada una de las actividades ejecutadas y supervisadas durante el periodo de este informe registrados durante las visitas a los frentes de obra:

Hito 58 (PR 0 + 000 al PR 8 + 149)

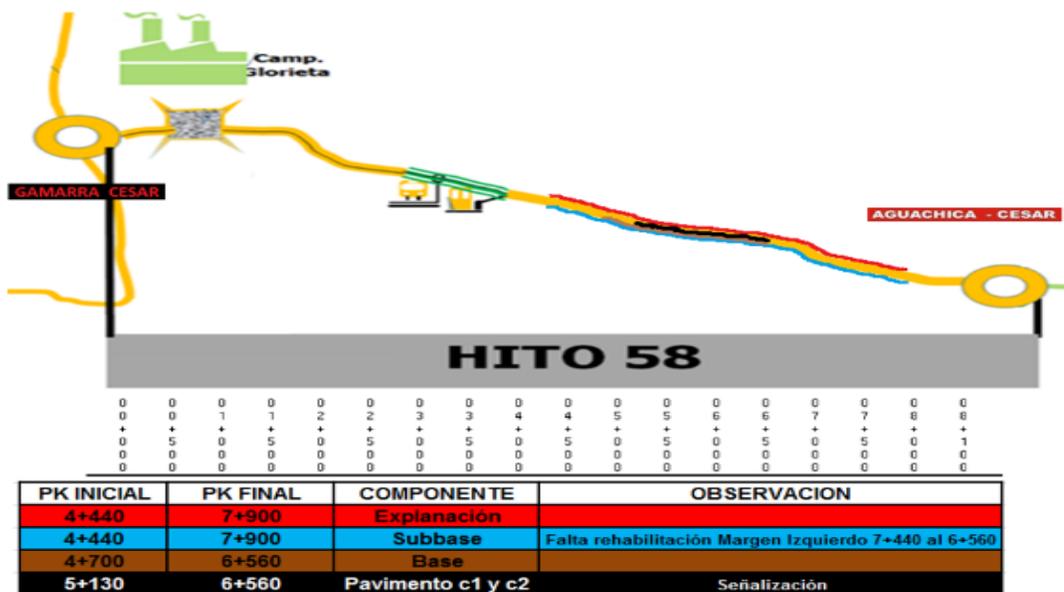


Fotografía 93. Reciclado Pavimento.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Figura 66. Trabajos de Rehabilitación Hito 58.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



En la imagen anterior se muestran las actuaciones realizadas en el hito 58, mostrando los avances del pavimento y las explanaciones, como también los tramos intervenidos y los que se encuentran en espera de liberación para aplicar la capa c2 y c2.

PR 6 + 820 al PR 7 + 000 Reciclado pavimento.



Fotografía 94. Instalación Sub-Base Granular.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografía 95. Instalación Sub-Base Granular PR 6 + 020 al PR 6 + 560 y del PR 7 + 000 al PR 7 + 440. Margen izquierdo.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografía 96. Instalación Pavimento Capa 1.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realiza instalación de carpeta asfáltica C1 con un espesor de 4cm de PR 4+640 al PR5+130.



Fotografía 97. Instalación Pavimento PR 5 + 260 al PR 6 + 560 con una longitud igual a 1300m y un espesor de $e=9\text{cm}$.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografía 98. Conformación de terraplén.

Nota. Fuente: Autor (2016).

En las imágenes anteriores se muestra el perfilado de los taludes laterales, para completar las secciones transversales típicas aprobadas en diseños.

PR 14 + 200 Peaje definitivo Platanal.



Fotografía 99. Adecuación de terreno en área peaje definitivo Platanal.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografía 100. Construcción de cerramiento definitivo áreas administrativas, vaciado solado para zapatas.

Nota. Fuente: Autor (2016).

PR 20 + 480



Fotografía 101. Construcción de muro.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Según DTO presentado, en este sector continúan las obras de aprovechamiento de muro existente. Después de fundir concreto ciclópeo, se viene desarrollando el armado de acero de refuerzo para zapatas de los nuevos muros.

Continúa también el avance de primer y segundo tramo de tercer carril. se hace seguimiento al avance de caissons y demás actividades.

PR 33+260. Excavación de Caisson.



Fotografías 102 y 103. Segundo tramo de tercer carril. Vaciado de zapatas y Armado de acero de refuerzo para vástagos.

Nota. Fuente: Autor (2016).

[3.1.2. Registrar la ejecución de las obras de drenaje adecuación de alcantarillas y construcción de cunetas e instalación de subdrenes diseñados para la transversal Rio de Oro-Aguaclara-Gamarra.](#) Para el cumplimiento de este objetivo se continúa el enfoque traído, insistiendo en el cumplimiento de los diseños mostrados en el contrato de concesión, para lo que se recurre al cubrimiento de la elaboración de cualquier tipo de estructura hidráulica, durante el desarrollo de la transversal Rio de Oro – Aguaclara – Gamarra, de la Ruta del Sol Sector 2.

3.1.2.1. Descripción general del proyecto. El principal objetivo del proyecto que se presenta es conectar la Ruta del Sol y la Ruta 70 con las nuevas concesiones portuarias que se desarrollarán en el margen oriental del río Magdalena. De este modo, se pretende ofrecer una vía adecuada, que garantice menores tiempos de viaje y menores costos de operación.

El proyecto se ha dividido en tres sub-tramos de la siguiente manera:

Sub-tramo 1: Establecido entre Puerto Capulco y Aguaclara. Comprende los hitos 56 (Gamarra – Puerto Capulco), 57 (Gamarra – Puertos del Norte), 58 (Gamarra – Aguachica) y 59 (Circunvalar de Aguachica).

Sub-tramo 2: Establecido entre Aguaclara - Río de Oro. Comprende los hitos: 60 y 61

Sub-tramo 3: Establecido entre Aguaclara - Río de Oro. Comprende los hitos: 62 y 63.

Sub-tramo 1. El objeto del presente estudio, es el corredor empleado para el desarrollo del proyecto de diseño geométrico corresponde, en su mayor parte, al de la carretera existente, la cual experimenta una mejora sustancial. De esta forma, se busca aprovechar al máximo las vías existentes, produciendo así el menor impacto posible sobre el medio ambiente.

Atendiendo a estas directrices, el proyecto se define como el mejoramiento y ampliación de la carretera existente para todo el denominado hito 58 (actual carretera Gamarra – Aguachica) y el hito 56 desde el PR 4+900 hasta el PR 8+940.

Desde Aguachica hasta Gamarra el riesgo de inundación es prácticamente nulo, sin embargo, las zonas que discurren entre Gamarra y Puerto Capulco e Impala, dada la proximidad

al conjunto cenagoso y al río Magdalena, existen áreas inundables que condicionarán el alzado del nuevo trazado y las medidas de protección a tener presentes en los terraplenes.

En general, el Sub-tramo 1 se caracteriza por discurrir por una orografía que permite una geometría holgada para una velocidad de proyecto de 80 km/h y no presentar problemas de visibilidad en el mismo. Otro tramo de 1.6 Km en la primera glorieta del hito 59 justo en el acceso Oeste de Aguachica, y un tramo de 1.4 Km en la tercera glorieta del hito 59 en el acceso Sur-Este de Aguachica. (Estudio de hidrológico, hidráulica y socavación, 2011) Como ya se ha comentado, el Sub-tramo 1, se divide en cuatro hitos para su construcción, los cuales se describen de la siguiente manera:

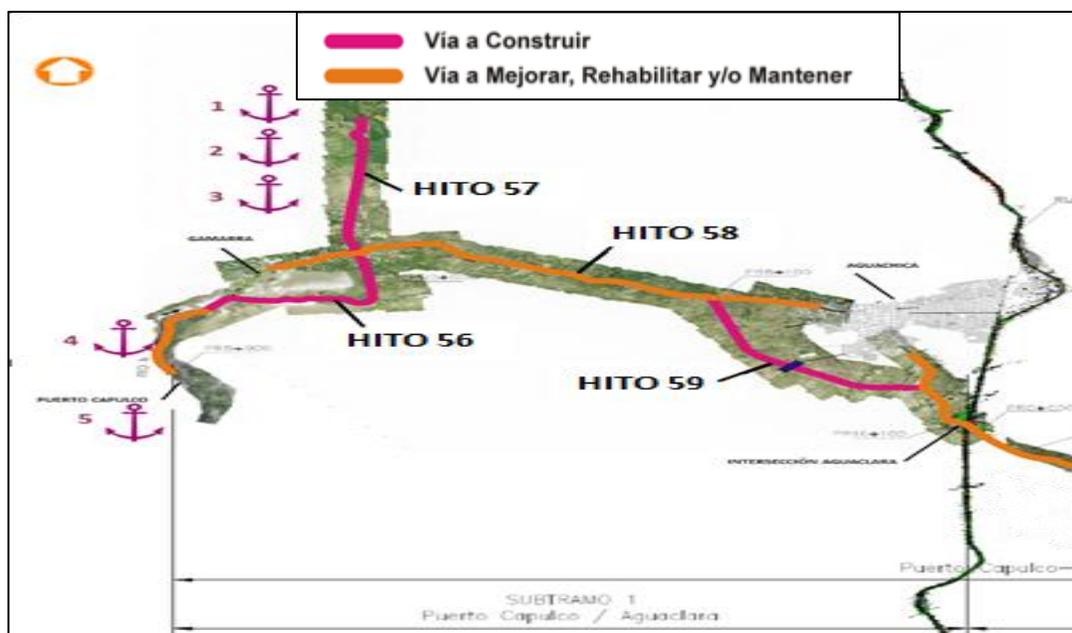


Figura 67. Esquema actuaciones del proyecto según hitos.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Hito 56. Gamarra – Puerto Capulco. De esta forma, el primer tramo discurre desde la glorieta proyectada de acceso a Gamarra hasta el PR 4+000, el cual sería de nueva construcción. En este segundo tramo se aprovechan las vías existentes en la zona: desde el PR 4+000 hasta el PR 5+500 se discurre sobre un camino no asfaltado ya existente por la parte posterior del Barrio del Cable, y desde el PR 5+500 hasta el PR 8+900 se discurre sobre una carretera asfaltada.

Como se ha comentado anteriormente, este hito comienza en la denominada Glorieta del Ferrocarril, la cual proporciona acceso a la localidad de Gamarra, al Hito 57, al Hito 58 y al propio Hito 56.

El trazado discurre en vía nueva hacia el sur, bordeando el conjunto cenagoso del Cascajal, compuesto por la Ciénaga del Baquero y la Ciénaga de Juncal. Justo después de superar el límite sur de la Ciénaga Baquero, y en el punto de conexión entre ésta y la de Juncal, se atraviesa dicho conjunto, mediante un viaducto de 280 m.

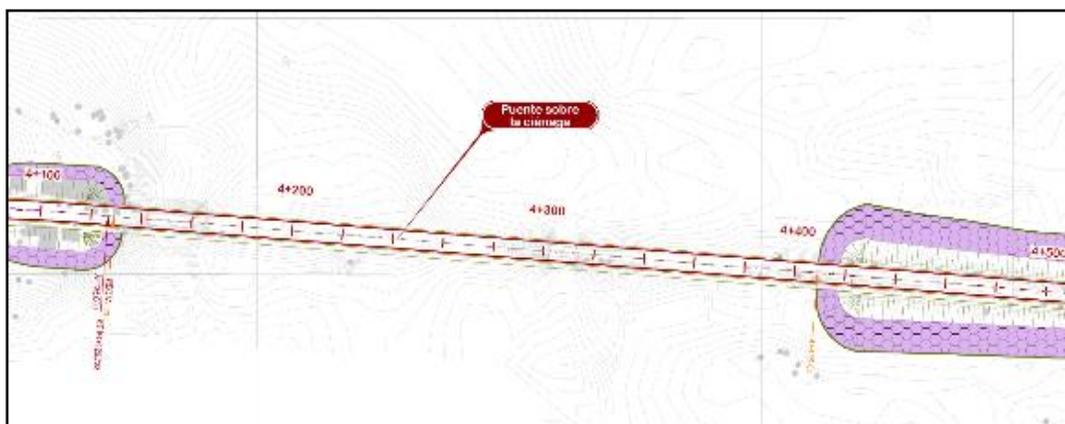


Figura 68. Viaducto para el cruce de la ciénaga.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Con respecto a este relleno, conviene destacar también que, al situarse la cota del mismo por debajo de la cota de inundación normal, en los pasados inviernos, parte de los rellenos han sido removidos, y los habitantes de la zona han ido incrementando los rellenos de manera que, en épocas secas, con la ciénaga baja, puedan seguir cruzando desde El Cable a Cascajal. Posteriormente, el trazado discurre sobre la carretera actual, paralelo al río Magdalena, hacia la sociedad Portuaria de Puerto Capulco, punto final del recorrido.

En este punto, es conveniente destacar que la zona por la que discurre parte del trazado del Hito 56 está calificada como área inundable, por lo que se ha tenido un especial cuidado en el diseño de la sección transversal de la carretera proyectada (sobre la existente).

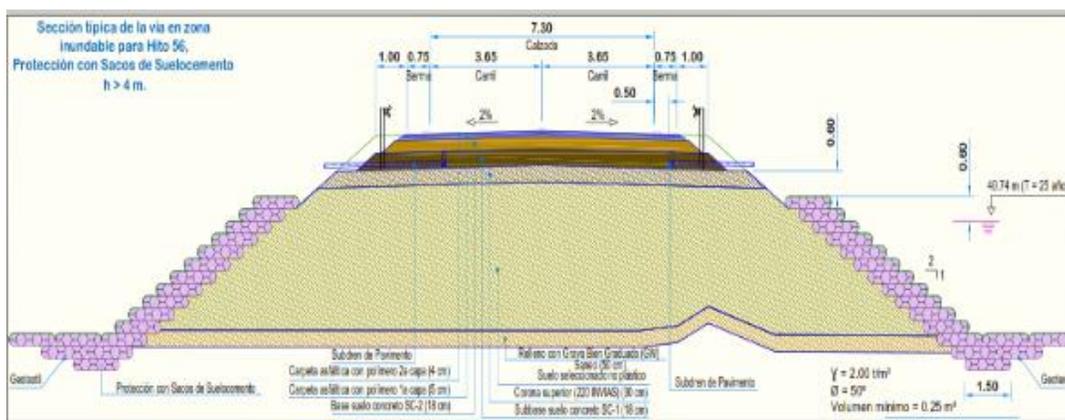


Figura 69. Sección Típica – Protección con Sacos de Suelo cemento.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

La sección transversal propuesta está compuesta por 2 carriles de 3,65 m más una berma a cada lado de 0,75 m, dando una anchura total en corona de 8,80 m.

La selección del periodo de retorno de 25 años en la cota de inundación del Río Magdalena es contractual, ya que esta fue acordada entre la Concesionaria Ruta del Sol y la ANI (Agencia Nacional de Infraestructura), la cual se encuentra aprobada en el OTROSI N°3. Adicionalmente en el OTROSI N°6 se estipula también el periodo de retorno de 25 años junto con la nueva cota de inundación.

Hito 57. Glorieta del Ferrocarril (acceso a Gamarra) – Impala (puertos del Norte): 5.870 m. de nuevo trazado. Este hito parte de la Glorieta del Ferrocarril y se dirige hacia las futuras concesiones portuarias del norte, en dirección a Impala, siguiendo el corredor del ferrocarril, respetando que el derecho de vía no afecte la servidumbre del mismo. Igualmente se habilita el futuro cruce con el enlace ferroviario previsto en la zona, a la altura del PR 5+130 de este hito. (Estudio de hidrológico, hidráulica y socavación, 2011)

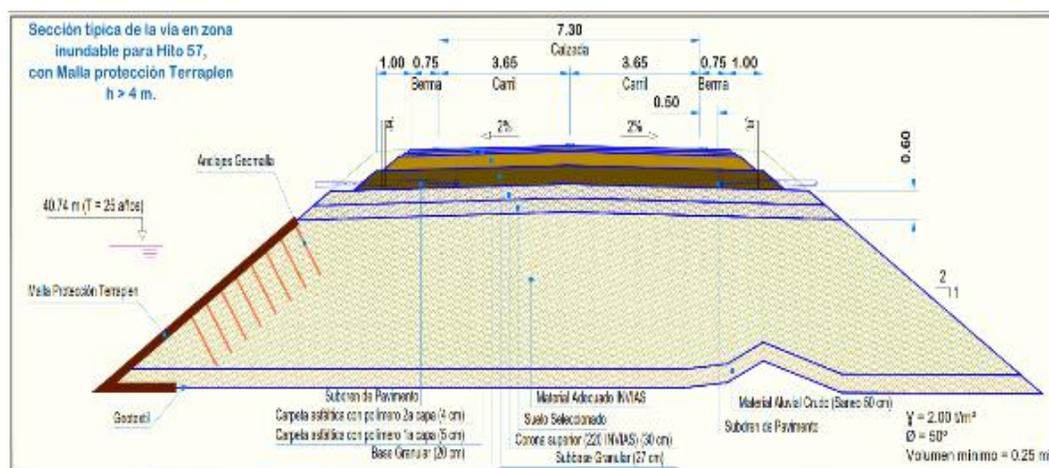


Figura 70. Sección Típica – Malla de Protección Terraplén.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL.

Para la margen izquierda, la más próxima al río Magdalena, se proyecta también como medida de protección frente al riesgo de inundación, una gemela de protección en la parte baja de los terraplenes como se muestra en la figura.

La sección transversal propuesta está compuesta por 2 carriles de 3,65 m más una berma a cada lado de 0,75 m, dando una anchura total en corona de 8,80 m.

Además, se incluye en este hito el refuerzo de firme de la carretera de acceso a Gamarra (1.485 m).

Hito 58. Glorieta del Ferrocarril (acceso a Gamarra) – Glorieta Oeste de Aguachica. En este hito se plantea el aprovechamiento de 8.100 m. de la carretera asfaltada existente en la actualidad entre Gamarra y Aguachica. De esta forma, se plantea la ampliación de la calzada actual y la mejora del pavimento existente. Dada la naturaleza de las actuaciones previstas en este hito, la carretera existente se mantendrá en funcionamiento durante la totalidad de la fase constructiva. Finalmente, el estado de esta carretera será mejorado como resultado de las obras previstas.

A esta actuación, se le adicionan 1.615 m. más de adecuación y/o recuperación de la vía existente (refuerzo de firme) para el acceso Oeste al Municipio de Aguachica.

Hito 59. Circunvalar de Aguachica (Aguachica-Aguaclara). El trazado del Hito 59 comprende desde la Glorieta Oeste de Aguachica hasta el enlace del denominado paraje de Aguaclara, discurriendo al sur de la zona urbana y de expansión del municipio de Aguachica (Circunvalar de Aguachica), con 6.350 m. Desde este punto hasta el intercambiador de Aguaclara, se aprovecha la carretera asfaltada existente, elevando la rasante de la misma debido al elevado caudal esperado para la Quebrada de Buturama, durante una longitud de unos 1.700 m.

En la siguiente tabla, se resumen las características de estas glorietas:

Tabla 40.*Resumen Glorietas Hito 59.*

Nombre	PR	R _{interior}	Nº Carriles	Funcionalidad
Glorieta 1. Intersección Aguachica Oeste	8+200	28,00	2	Acceso a Aguachica por el oeste de la localidad
Glorieta 2. Intersección Puerto Mosquito	11+600	28,00	2	Conexión con la carretera a Puerto Mosquito
Glorieta 3. Intersección Aguachica Sur	14+540	28,00	2	Acceso a Aguachica por el sur de la localidad

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Finalmente, dentro de este hito se englobarían también las actuaciones de adecuación y/o recuperación (refuerzo de firme) de la vía existente de acceso sur al casco urbano de Aguachica, con unos 1.384 m de refuerzo de firme.

Como ya se ha comentado, el Subtramo 2 consiste en la rehabilitación de la calzada existente y en donde es necesario adecuar las obras de drenaje de tal manera que la imposta no genere un estrechamiento en la calzada

Sub-tramo 2.

Hitos 60 PR0+000 – PR9+900. Se plantea la ubicación de una intersección en “T” en el PR 3+600 para dar acceso al Aeropuerto de Aguachica. Dicha intersección será a nivel, canalizada, con ramales directos de entrada y salida, carriles de aceleración y desaceleración y carril central de espera y giro en la vía principal como se muestra en la figura 71.



Figura 71. Intersección Aeropuerto Aguachica Hito 60 PR 3+600.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Hito 61 PR9+900 – PR19+800.

- Modificación del trazado existente en dos curvas situadas en el PR 8+530 y el PR13+400.
- Implantación de un puesto de peaje en el PR 14+290.
- Implantación de un puesto de pesaje en el PR 18+000.
- Ejecución de un muro de protección frente a la socavación producida por la Quebrada Santa Inés en la banca de la carretera actual.

Subtramo3.

Hito 62 y 63 PR9+900 – PR43+200.

- Ensanchamiento de la calzada existente en la actualidad, pasando de dos carriles de 3.00m cada uno a dos carriles de 3.65 m cada uno.

- Incorporación de cuatro tramos de tercer carril, completando una longitud total de 4km.
- Modificación de veintiséis curvas consideradas de especial riesgo por no cumplir con parámetros geométricos mínimos y suponer puntos críticos (negros) de accidentalidad.
- Estas modificaciones de curvas se realizarán de diferente manera según sea la problemática existente y los condicionantes topográficos, geológicos y geotécnicos para cada una de ellas. De esta forma, estas curvas se modificarán mediante la incorporación de diez (10) puentes geométricos, tres (3) rellenos localizados acompañados de las necesarias operaciones de drenaje, cinco (5) cortes en el interior de las curvas existentes, seis (6) curvas mediante utilización de muros y/o muros pórticos por el exterior de las curvas existentes y una (1) modificación de alineaciones existentes. Todas estas actuaciones contarán con el sobre-ancho necesario para permitir que se puedan cruzar dos caminos de tipología 3S2. Operaciones de estabilidad de laderas en los PR 28+000 y PR 33+000.

3.1.2.2 Estudio de hidrología de la zona para el diseño del proyecto de construcción de la vía Transversal Río de Oro – Aguaclara – Gamarra.

Sub-tramo 1. La vía cruza de forma perpendicular la llanura o valle bajo de la zona derecha del río Magdalena, desde las estribaciones de la Cordillera Oriental, inicios de la Serranía de los Motilones desde la población de Aguachica hasta la población de Gamarra, la que se encuentra a orillas del río Magdalena, en la zona de influencia de las ciénagas Juncal y Baquero o Cascajal. (Estudio hidrológico, hidráulica y socavación, 2011)

Su perfil se caracteriza por paso sobre plana o de llanura con descenso leve permanente desde la población de Aguaclara hasta Gamarra.

La cobertura del suelo en su gran mayoría es de cultivos o zonas de baja densidad boscosa, explotadas principalmente en actividades de agricultura.

La vía existente es de aceptables características geométricas, esta pavimentada y ofrece dinamismo para su recorrido. La vía cuenta con obras de arte para el paso de las principales corrientes que la cruzan, obras a las que se les garantiza continuidad con la vía proyectada de forma paralela.

Sub-tramo 2 y 3. La vía cruza de forma perpendicular a la llanura de la Quebrada Santa Inés y la Quebrada los Llanos, su perfil se caracteriza por ser una superficie de pendientes longitudinales de la carretera existente que van desde el 3% al 9%, lo cual se clasifica como un terreno montañoso en la parte superior de la montaña.

La cobertura del suelo en su gran mayoría es de pastos limpios (regular) y Bosque Natural, ya que varios sectores son de uso ganadero y agricultor.

Metodología.:

- Análisis de la información cartográfica que incluye el trazado y la medición de las cuencas, así como el cálculo de tiempos de concentración.
- Ubicación de las estaciones meteorológicas y el análisis de las mismas.
- Cálculo del caudal de diseño dependiendo del área de la cuenca en estudio (áreas de hasta 1.0 km² por el método racional y áreas superiores hasta 500 km² por el método del

hidrograma unitario del SCS y en caso de que el área de la cuenca supere este último valor se obtiene el caudal de diseño a partir de un estudio regional).

- Dimensionamiento hidráulico, que incluye el desarrollo de un modelo hidráulico a partir de información topográfica del cauce (secciones transversales) para conocer la afectación u ocupación del caudal de diseño sobre el ponedero y evaluar las necesidades mínimas de los nuevos puentes.
- Estimación de la posible socavación tanto general como en pilas y estribos.

Clasificación climática. El corredor vial en estudio, se encuentra dentro de la zona de planicie o valle medio bajo del Río Magdalena a partir de las estribaciones de la Cordillera Oriental.

Según la clasificación climática de Holdrige, para zonas con temperaturas mayores a 24° C y precipitaciones anuales entre 1000 y 2000 mm. La zona se clasifica como “Bs-T”, o Bosque Seco Tropical con clima “Cálido - Seco”. (Silva, 1998)

Información Geográfica. Se ubicó la zona del proyecto en las planchas IGAC a escala 1:25.000. Estas planchas pueden encontrarse en el Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”.

Información Hidrometeorológica. Para verificar las posibles estaciones meteorológicas a estudiar para los análisis de la vía, se revisaron las estaciones de la zona o corredor en estudio.

Se obtuvo el siguiente listado de estaciones:

- Estación Tipo PM, código 23210010 PTO. MOSQUITO
- Estación Tipo PM, código 23210160 GAMARRA
- Estación Tipo AM, código 23195240 AGUACHICA AUTOMÁTICA
- Estación Tipo PM, código 23210130 TOTUMAL
- Estación Tipo CO, código 23215030 AGUACLARA
- Estación Tipo LM, código 23217030 EL CONTENIDO
- Estación tipo PM, código 16050170, BROTARE
- Estación tipo PM, código 16050060, RIO DE ORO
- Estación tipo CP, código 16055010, Apto. AGUACLARA
- Estación tipo CO, código 16055100, UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAUL

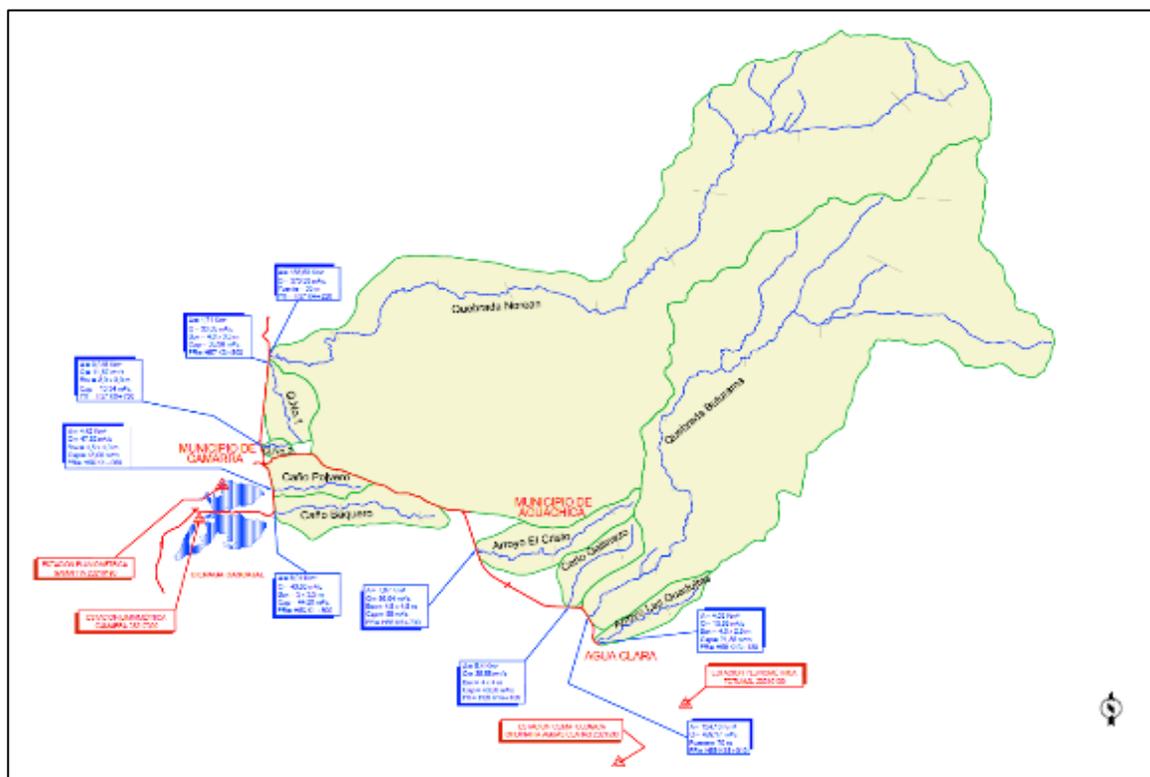


Figura 72. Cuencas de drenaje del corredor del proyecto y estaciones hidrometeorológicas.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En la tabla 41, se presenta un listado de las estaciones hidrometeorológicas aferentes a la zona, la cual relaciona el código de la estación con el nombre de la estación, tipo de estación, coordenadas, elevación y fecha de instalación.

Tabla 41.

Resumen Estaciones Hidrometeorológicas.

Código	Estación	Tipo	Entidad	Coordenadas		Elevación (msnm)	Fecha de instalación
				Norte	Este		
23210130	Totumal	PM	IDEA M	1403731.3410	1055191.4780	250	15/10/1973
23215030	Aguaclara	CO	IDEA M	1401454.7770	1052684.4620	208	15/09/1973
16050170	Brotare	PM	IDEA M	1421023.1920	1072425.1040	1545	15/06/1960
16050060	Río de Oro	PM	IDEA M	1408586.5680	1076301.9620	1200	15/08/1976
16055010	Apto. Aguaclara	CP	IDEA M	1411050.5620	1079694.5610	1435	15/03/1973
16055100	Univ. Francisco de Paula	CO	IDEA M	1402485.7170	1083597.4620	1150	15/12/1991

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Análisis de Lluvias. Para cada una de las cuencas se verifica la incidencia de las estaciones a utilizar y se calcula la ponderación de áreas aferentes para el análisis de precipitaciones máximas.

Según el análisis de polígonos de Thiessen, se optó por usar la estación Pluviométrica Totumal para el análisis de las cuencas Arroyo Las Guaduitas, Quebrada Buturama, Caño Gallinazo y Arroyo el Cristo, la estación Pluviométrica Gamarra para el análisis de las cuencas Caño Baquero y Caño Polvero y las estaciones Gamarra y Totumal para el análisis de la cuenca Quebrada Norean (Estudio de hidrología, hidráulica y socavación, 2011).

En el Apéndice C, “*Información hidrológica del terreno*” se presenta la memoria de cálculo para la obtención de precipitaciones de acuerdo a la ponderación de áreas aferentes de los polígonos trazados.

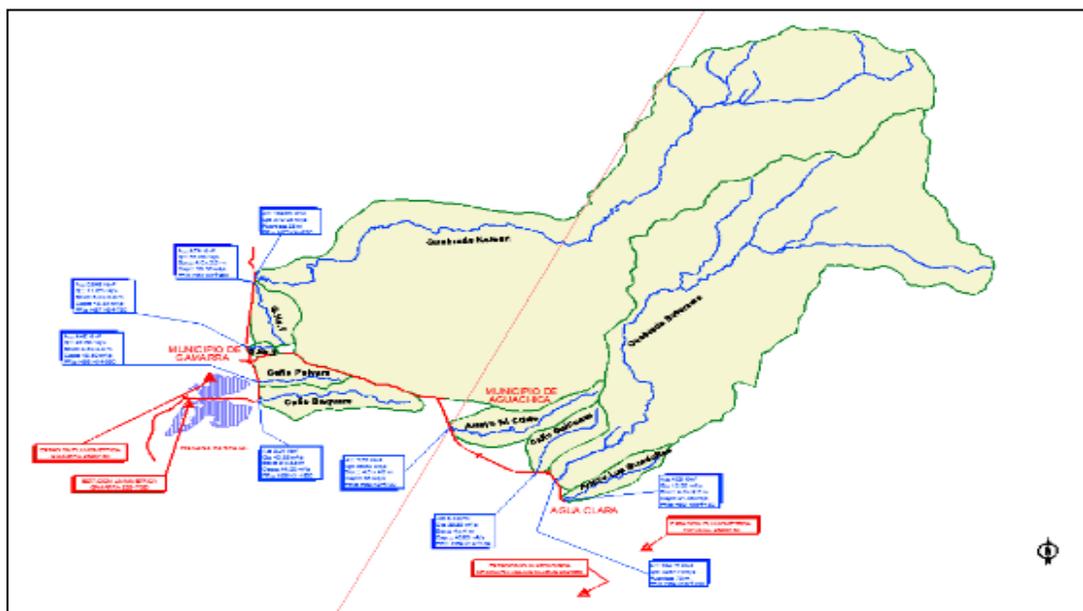


Figura 73. Cuencas de drenaje y distribución de Polígonos de Thiessen.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

A continuación, se presentan los histogramas de estos parámetros. Estos registros pueden encontrarse en el Apéndice C, “*Información hidrológica del terreno*”.

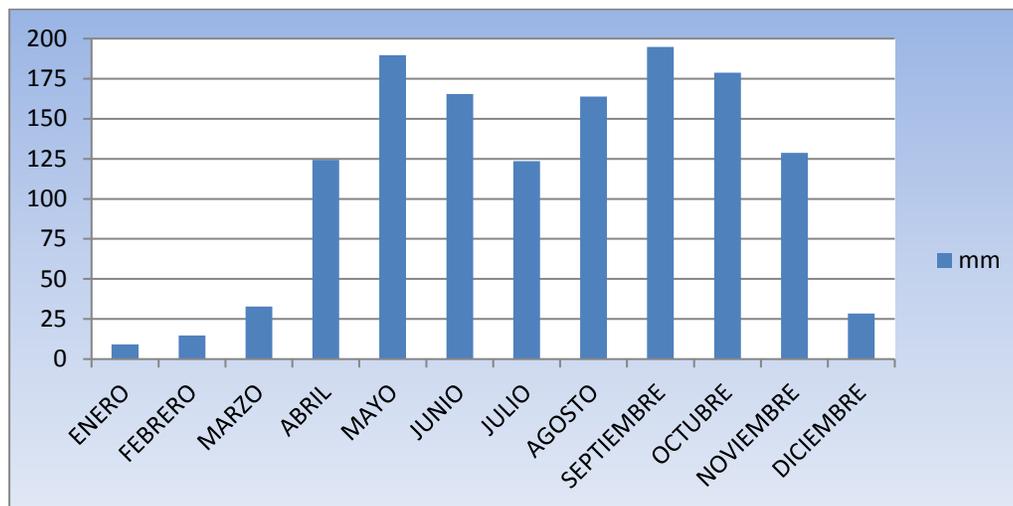


Figura 74. Histograma de precipitación Mensual Multianual – Estación Gamarra.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

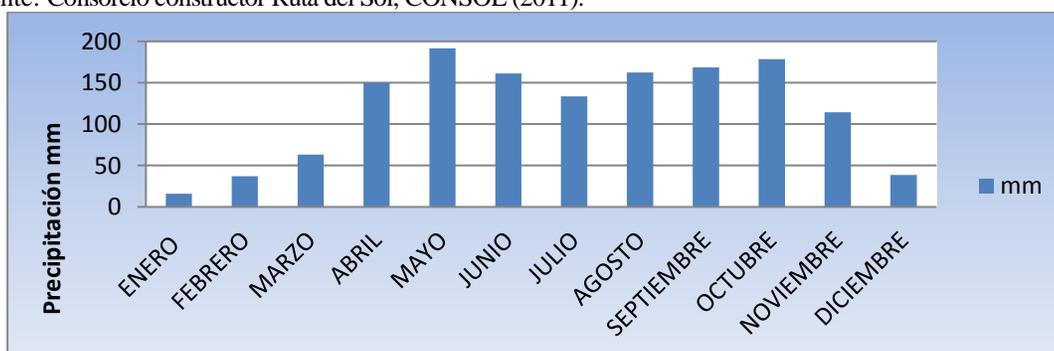


Figura 75. Histograma de precipitación Mensual Multianual – Estación Totumal.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

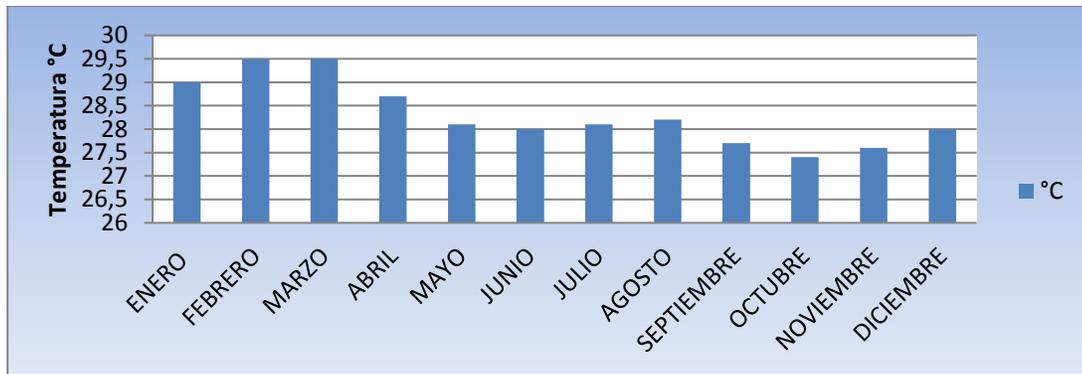


Figura 76. Histograma de valores medios de temperatura mensual multianual – Estación Aguaclara.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Análisis de caudales

Parámetros Morfométricos. Para las cuencas en estudio se han evaluado los parámetros de: pendiente media y tiempo de concentración, según la siguiente metodología:

Pendiente media del cauce (S). Es la variación de inclinación del cauce. Determina la velocidad de escurrimiento del agua. A mayor pendiente, mayor velocidad.

La pendiente media del cauce se realizó por el método de Taylor - Schwarz, que ajusta una rasante al perfil de la corriente.

$$S = \left[\frac{L_t}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{S_i}}} \right]^2$$

Dónde:

L_t= Longitud total del cauce principal en (Km)

L_i= Longitud en que se divide el cauce principal (Km)

S_i= Pendiente de cada uno de los tramos

Tiempo de concentración (T_c). Tiempo que tarda en llegar a la sección de salida la gota de lluvia caída en el extremo hidráulicamente más alejado de la cuenca.

Las expresiones más utilizadas son las de Kirpich (1940):

$$T_c = 0.000325 \cdot \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Cuencas.

Sub-tramo 1. Se presentan a continuación las cuencas de drenaje principales ubicadas con respecto al eje de la vía y los valores de área de las mismas.

Tabla 42.

Valores medidos de áreas de Cuencas de Drenaje (km² y ha).

NOMBRE		ÁREA km ²	ÁREA ha
VÍA AGUACLARA - VARIANTE AGUACHICA	Arroyo Las Guaduitas	4.05	405.23
	Quebrada Buturama	124.13	12413.40
VÍA GAMARRA - PUERTO CAPULCO PARALELA A VÍA FÉRREA	Caño Gallinazo	5.41	541.13
	Arroyo El Cristo	7.87	787
	Caño Baquero	8.06	806
	Caño Polvero	4.45	445
	Quebrada No.1	5.07	507
	Quebrada No.2	0.649	64.9
	Quebrada Norean	189.53	18973

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Aplicación de las teorías y métodos de predicción. Con el fin de estimar los valores de precipitación esperada para varios periodos de retorno, es necesario verificar el ajuste de los datos de la serie de precipitaciones máximas en 24 horas a una distribución de probabilidades conocida.

Las distribuciones más aceptadas en la proyección de datos hidrológicos son la distribución de Gumbel o valores extremos y la distribución Log Pearson Tipo III.

Para la serie de precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones Totumal, Rio de Oro y Brotare se revisa su ajuste de distribución mediante el ajuste de Smirnov-Kolmogorov utilizando el programa “Hidroesta”.

Se presentan a continuación los resultados de ajuste de las series de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones Totumal, Rio de Oro y Brotare a las series de distribución Gumbel y Log Pearson Tipo III.

Sub-tramo 2 y 3. Se presentan a continuación las cuencas de drenaje principales ubicadas con respecto al eje de la vía y los valores de área de las mismas.

Tabla 43.

Valores medidos de áreas de Cuencas de Drenaje (km² y ha).

NOMBRE	ÁREA km ²	ÁREA ha
Caño Hormiguerito	1.169	116.86
Caño El Tigre	6.483	648.3
Q. Los Mortiños	2.139	213.9
Q. Múcuras	37.108	3710.8
Q.No.1	1.947	194.7
Q.No.2	0.152	15.20
Q.No.3	0.702	70.20
Q.No.4	0.393	39.3
Q.No.5	3.292	329.2
Q.No.6	0.166	16.6
Q.No.7	0.239	23.9
Q.No.8	0.240	24.0
Q.No.9	0.646	64.6

Q.No.10	0.114	11.40
Q.No.11	0.223	22.30
Q.No.12	0.154	15.40
Q.No.13	0.437	43.70
Q.No.14	0.262	26.20
Q.No.15	0.127	12.70
Q.No.16	0.097	9.70
Q. La Mesita	1.114	111.4
Q. Agua Dulce	1.266	126.6
Q. La Toma	3.960	396.00
Q.No.17	0.156	15.60

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En la tabla 43, se presentan las áreas correspondientes a las cuencas existentes que intersectan el corredor vial abarcado entre Aguaclara a Rio de Oro, estas áreas están medidas en Km² y hectáreas con las cuales se determina el caudal de diseño para el respectivo dimensionamiento de obras de drenaje nuevas y la verificación de capacidad de las obras de drenaje existentes.

Tabla 44.

Valores Medidos de Áreas de Cuencas Secundarias de Drenaje (km² y ha).

NOMBRE	ÁREA km ²	ÁREA ha
1	0,020	2,00
2	0,036	3,60
3	0,016	1,60
4	0,009	0,90
5	0,012	1,20
6	0,008	0,80
7	0,036	3,60
8	0,015	1,50
9	0,006	0,60
10	0,028	2,80
11	0,079	7,90
12	0,044	4,40

13	0,006	0,60
14	0,003	0,30
15	0,031	3,10
16	0,014	1,40
17	0,016	1,60
18	0,018	1,80
19	0,011	1,11
20	0,015	1,50
21	0,024	2,40
22	0,022	2,20
23	0,041	4,10
24	0,058	5,80
25	0,077	7,70
26	0,009	0,90
27	0,063	6,30
28	0,065	6,50
29	0,005	0,50
30	0,058	5,80
31	0,047	4,70
32	0,006	0,60
33	0,011	1,10
34	0,011	1,10
35	0,100	10,00
36	0,018	1,80
37	0,005	0,50
38	0,006	0,60
39	0,011	1,10
40	0,021	2,10
41	0,030	3,00
42	0,016	1,60
43	0,024	2,40
''	0,038	3,80
“Tabla 44” “Continuación”	0,058	5,80
46-47	0,136	13,60
48	0,071	7,10
49	0,015	1,50
50	0,014	1,40
51	0,006	0,60
52	0,011	1,10
53	0,001	0,10
54	0,027	2,70
55	0,005	0,50
56	0,009	0,90
57	0,009	0,90
58	0,005	0,50
59	0,004	0,40
60	0,037	3,70
61	0,001	0,10
62	0,029	2,90
63	0,017	1,70

64	0,002	0,20
65	0,058	5,80
66	0,005	0,50
67	0,031	3,10
68	0,009	0,90
69	0,020	2,00
70	0,091	9,10

Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En la tabla 44, se presenta las áreas de las cuencas secundarias de drenaje existentes en el corredor vial que va desde Aguaclara a Rio de Oro. Las cuencas antes mencionadas tienen como característica superficies con áreas menores a los 0.09 km² y las cuales se denominan en el proyecto como microcuencas.

3.1.2.3. Presentación de diseños hidráulicos, obras menores. Los Diseños hidráulicos de las obras de drenaje requeridas, se realizan con los caudales de diseño producto del Estudio de Hidrología.

Con respecto al encaje definitivo de las diferentes obras de drenaje propuestas (cunetas, alcantarillas, Box Culvert, etc.), conviene destacar que los puntos de inicio y descarga de las obras de drenaje serán determinados fijados en obra, por razones de precisión topográfica.

Según el tipo de obra a ubicar se ha definido la siguiente metodología:

Cunetas y Canales de Conducción. Las cunetas se ubican en las zonas donde la vía se ejecuta en corte del terreno natural para evacuar las aguas de la rasante, su diseño se realiza por medio de la ecuación de flujo uniforme de Manning.

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

Como coeficiente de rugosidad de Manning “n”, se usa un valor de $n=0,015$ según la recomendación dada en, la pendiente “s” se ajusta en cada tramo a la pendiente longitudinal de la vía.

La longitud máxima de la cuneta de desmonte Tipo 1, no deberá superar los 150m en promedio, en caso de requerirse cunetas de mayor longitud, debido a tramos en corte muy largos se modifica la sección tradicional hacia una sección de mayor capacidad como lo es la cuneta de desmonte Tipo 2.

Para la estimación del tiempo de concentración o de recorrido del agua sobre la cuneta tipo 1, se ha encontrado que con una velocidad baja de aproximadamente 2 m/s, el tiempo de recorrido es de 150m en promedio, sería de 1.25 minutos, por lo que para el cálculo de intensidades para obtener el caudal de diseño se hace con el mínimo recomendado de 15 minutos a un periodo de retorno de 5 años; el cálculo se hace con la información de la estación de Gamarra debido a que la que tiene precipitaciones mayores. (Ramírez, 2003)

La separación entre obras de drenaje en tramos de desmonte (promedio 150m), y su ancho aferente (4.40m semi - banca y 25.00m de zona en ladera incluyendo el talud de corte) para un valor de 4350 m^2 y un caudal de diseño de $0.072 \text{ m}^3/\text{s}$ (72.00 l/s).

$$\text{Area de drenaje} = ((150\text{m}) * (25\text{m} + 4.40\text{m})) = 4410 \text{ m}^2$$

$$Q = C * I * A * 0.278$$

Dónde:

I= Intensidad de la Lluvia (mm/h)

A=Área de Drenaje (km²)

Q= Caudal de Diseño (m³/s) (factor de conversión de unidades: 0.278)

C=Coefficiente de Escorrentía. Valor adoptado 0.4

$$Q = 0.4 * \frac{148.65\text{mm}}{h} * \left(4410\text{m}^2 * \frac{\text{km}^2}{(1000\text{m})^2} \right) * 0.278 = 0.073 \text{ m}^3/\text{s}$$

El coeficiente de escorrentía se ha calculado de forma ponderada de acuerdo con los valores de coeficiente de escorrentía para las zonas que drena la cuneta (media calzada C=0.9 y 4.40m de ancho y zona de ladera incluyendo el talud de corte de baja pendiente recubierto de pastos C=0.30 con un ancho promedio de 25.00 m), para estas condiciones el valor de coeficiente de escorrentía ponderado es de C=0.40 cunetas.

Se presenta a continuación tabla 45, de valores de Coeficiente de escorrentía:

Tabla 45.

Coeficiente de escorrentía, método racional.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada >50%	Alta 50%-20%	Media 20%-8%	Suave 8%-1%	Despreciable <1%
Sin vegetación	Impermeable	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6
	Semipermeable	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5
	Permeable	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3
Cultivos	Impermeable	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5
	Semipermeable	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4
	Permeable	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2
Pastos y vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45
	Semipermeable	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35
	Permeable	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15
Hierba y grama	Impermeable	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4
	Semipermeable	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3
	Permeable	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1

Bosques y vegetación densa	Impermeable	0,55	0,5	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25
	Permeable	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

El área de drenaje crítica de la cuneta de desmonte tipo 1 y 2, corresponde a la longitud de

Dadas las secciones presentadas en el corredor vial se requieren tres tipos de cuneta y tres tipos de canal:

- Cuneta de pie de terraplén: Ubicada en el pie del terraplén y el terreno natural.
- Cuneta de desmonte Tipo 1: Adosada a la berma y al talud de corte.
- Cuneta de desmonte Tipo 2: Cuneta de Transición adosada a la berma y al talud de corte.
- Canal de conducción Tipo 1: Cuneta de coronación y canal en lugares donde se requiera mayor capacidad hidráulica.
- Canal de conducción Tipo 2: Cuneta de pie de terraplén con relleno bajo la estructura para causar contrapendiente.
- Canal de conducción Tipo 3: Cuneta de pie de terraplén, utilizada para encauzamientos mayores.

Debido a la variación de las dimensiones requeridas de cuneta con respecto a la pendiente de la vía, se han calculado las dimensiones de profundidad y ancho según la pendiente, estas dimensiones se han estimado con sensibilidad al centímetro.

Sub-tramo 1. Una vez verificados los sitios con estas necesidades, la recomendación de construir cunetas o canales disipadores, se presenta en:

Hito 56. Se requiere utilizar la misma sección ya definida para las cunetas de pie de terraplén, con la única diferencia de que a esta se le debe agregar piedra pegada en la losa de fondo, lo cual se requiere como disipador para descolar cunetas en las siguientes abscisas:

PR 0+510	PR 1+470	PR 2+210
PR 2+800	PR 2+870	PR 3+210
PR 3+570		

Para tramos con pendientes más pronunciadas, es necesario disipar la energía y debe utilizarse la sección definida en la Figura 77. De esta forma, la sección planteada para este fin debe llevar pantallas diagonales a lo largo de su longitud hasta llegar al descole. Las abscisas en las que se debe ubicar este sistema de disipación son:

PR 0+175	PR 1+130	PR 2+020
PR 2+095	PR 3+515	

Hito 57. Se requiere utilizar la misma sección ya definida para las cunetas de pie de terraplén, con la única diferencia de que a esta se le debe agregar piedra pegada en la losa de fondo como se muestra en la Figura 77, lo cual se requiere como disipador para descolar cunetas en las siguientes abscisas:

PR 0+520	PR 0+600	PR 1+175
PR 2+135		

Para tramos con pendientes más pronunciadas, es necesario disipar la energía y debe utilizarse la sección definida en la Figura 77. De esta forma, la sección planteada para este fin debe llevar pantallas diagonales a lo largo de su longitud hasta llegar al descole. Las abscisas en las que se debe ubicar este sistema de disipación son:

PR 0+570

PR 0+825

Hito 58. Se requiere utilizar la misma sección ya definida para las cunetas de pie de terraplén, con la única diferencia de que a esta se le debe agregar piedra pegada en la losa de fondo como se muestra en la Figura 78, lo cual se requiere como disipador para descolar cunetas en la abscisa 0+300.

Hito 59. Se requiere canal disipador para descolar cunetas en las siguientes abscisas:

PR 9+060

PR 10+345

PR 13+135

PR 14+250

PR 14+400

Para tramos con pendientes más pronunciadas, es necesario disipar la energía y debe utilizarse la sección definida en la Figura 78. De esta forma, la sección planteada para este fin debe llevar pantallas diagonales a lo largo de su longitud hasta llegar al descole. Las abscisas en las que se debe ubicar este sistema de disipación son:

PR 9+940

PR 10+020

PR 10+040

PR 10+345

Para la descarga de las cunetas de coronación de la abscisa k9+480, junto con la descarga de la cuneta dispuesta en la berma de este corte, se propone canal trapezoidal de base 0.50m, altura 0.30m, taludes 1: 1 acompañado de pantallas diagonales.

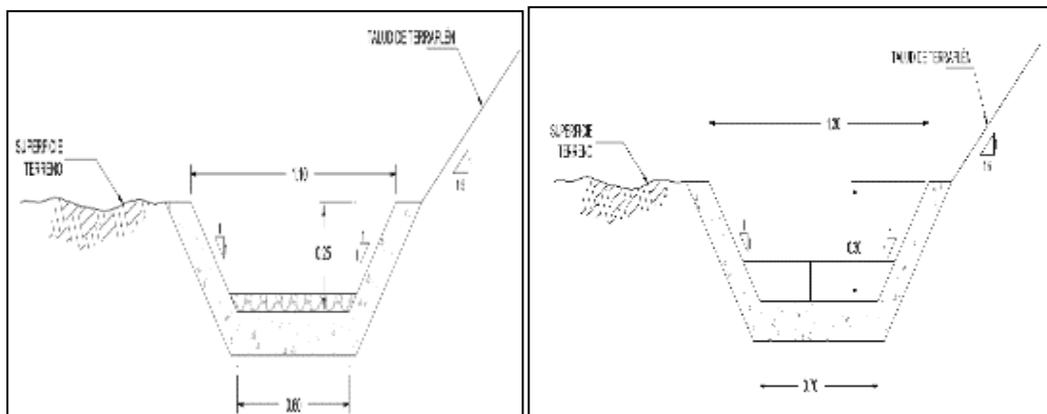


Figura 77. Cuneta disipadora con piedra pegada en el fondo.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En el Apéndice C “*Información hidrológica del terreno*”, se muestra la ubicación (abscisado y margen) en la que se proyecta disponer los diferentes tipos de cunetas / canales propuestos, así como el filtro anteriormente descrito en los casos que sea necesario. (Estudio hidrológico, hidráulica y socavación, 2011)

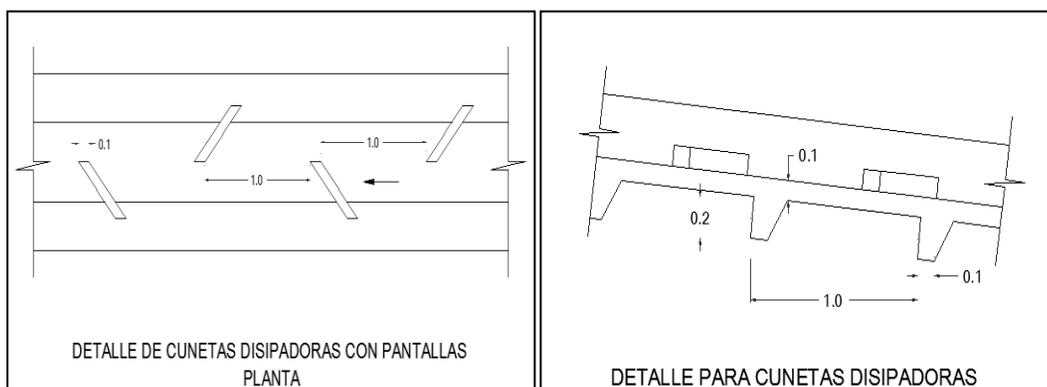


Figura 78. Cuneta disipadora con pantallas diagonales.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Sub-tramos 2 y 3. Una vez verificados los sitios con estas necesidades, la recomendación de construir cunetas o canales disipadores, se presenta en:

Hito 60. Según las condiciones del terreno, se requiere utilizar la misma sección ya definida para las cunetas de pie de terraplén, con la única diferencia de que a esta se le debe agregar piedra pegada en la losa de fondo, lo cual se requiere como disipador para descolar cunetas en las siguientes abscisas:

PR 8+505

Para los tramos antes mencionados, los cuales tengan pendientes más pronunciadas, es necesario disipar la energía y debe utilizarse la sección definida. De esta forma, la sección planteada para este fin debe llevar pantallas diagonales a lo largo de su longitud hasta llegar al descole.

Hito 61. Según las condiciones del terreno, se requiere utilizar la misma sección ya definida para las cunetas de pie de terraplén, con la única diferencia de que a esta se le debe agregar piedra pegada en la losa de fondo como se muestra en la Figura 79, lo cual se requiere como disipador para descolar cunetas en las siguientes abscisas:

PR 13+400

Para los tramos antes mencionados, los cuales tengan pendientes más pronunciadas, es necesario disipar la energía y debe utilizarse la sección definida. De esta forma, la sección planteada para este fin debe llevar pantallas diagonales a lo largo de su longitud hasta llegar al descole.

Hito 62. Según las condiciones del terreno, se requiere utilizar la misma sección ya definida para las cunetas de pie de terraplén, con la única diferencia de que a esta se le debe agregar piedra pegada en la losa de fondo como se muestra en la Figura 79, lo cual se requiere como disipador para descolar cunetas en las siguientes abscisas:

PR 23+735	PR 23+850	PR 24+210
PR 24+290	PR 24+665	PR 26+760

Para los tramos antes mencionados, los cuales tengan pendientes más pronunciadas, es necesario disipar la energía y debe utilizarse la sección definida en la Figura 79. De esta forma, la sección planteada para este fin debe llevar pantallas diagonales a lo largo de su longitud hasta llegar al descole.

Hito 63. Se requiere utilizar la misma sección ya definida para las cunetas de pie de terraplén, con la única diferencia de que a esta se le debe agregar piedra pegada en la losa de fondo como se muestra en la Figura 79, lo cual se requiere como disipador para descolar cunetas en las siguientes abscisas:

PR 30+105	PR 30+215	PR 31+840
PR 32+015	PR 36+540	PR 37+480
PR 38+665	PR 39+560	PR 40+695

PR 40+795

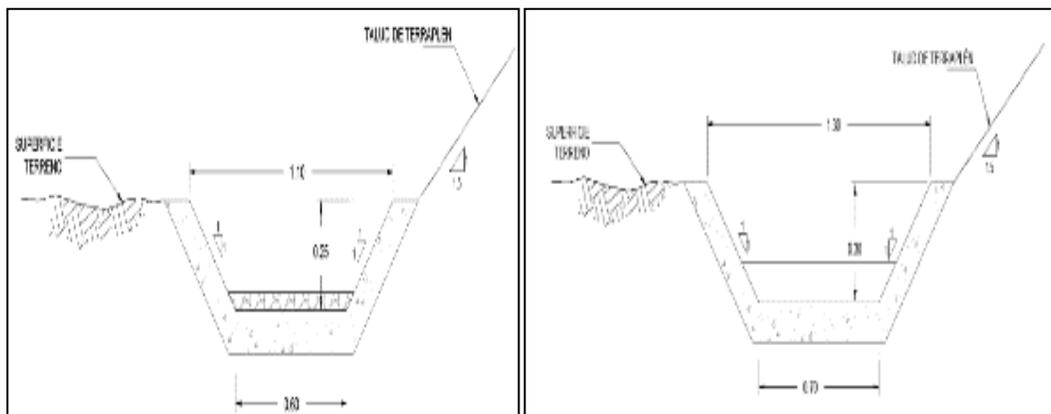


Figura 79. Cuneta disipadora con piedra pegada en el fondo.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

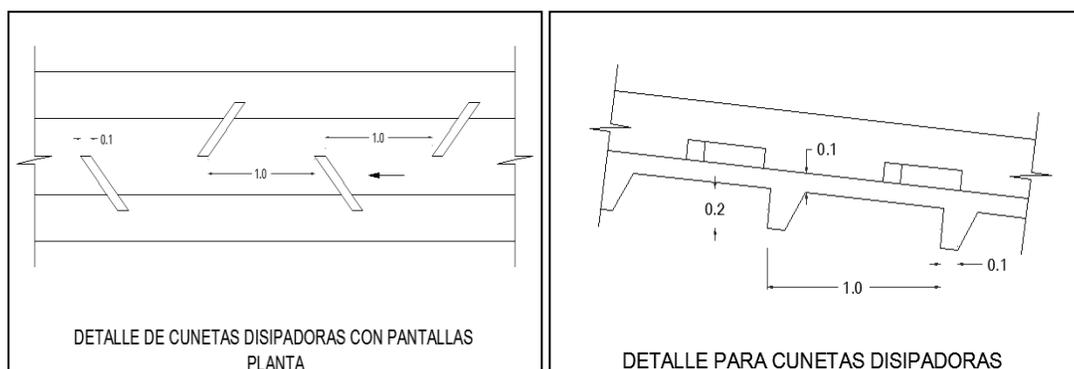


Figura 80. Cuneta disipadora con pantallas diagonales.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Para los tramos antes mencionados, los cuales tengan pendientes más pronunciadas, es necesario disipar la energía y debe utilizarse la sección definida en la Figura 80. De esta forma, la sección planteada para este fin debe llevar pantallas diagonales a lo largo de su longitud hasta llegar al descole.

Sub Drenaje. Por tratarse de un proyecto vial en el que se presentan tramos en corte, es necesario proyectar un sistema de subdrenaje que permita la recolección de aguas de infiltración y se proteja la estructura de la vía.

Se ha recomendado un sistema de drenes longitudinales tipo dren francés. El diseño de estos drenes se realiza mediante la metodología recomendada por el manual de geotecnia de pavimentos. Se considera adecuada para el diseño de filtros de carreteras. Este dren se requiere bajo las cunetas de desmonte, en su sección de diseño.

Apéndice C “Información hidrológica del terreno”, se muestra la ubicación (abscisado y margen) en la que se proyecta disponer los diferentes tipos de cunetas / canales propuestos, así como el filtro anteriormente descrito en los casos que sea necesario. (Gavilán L. ,2011)

Alcantarillas. Particularmente en el corredor en estudio para los hitos o sectores en que se ha dividido el proyecto, las alcantarillas se utilizan como solución para el descole de cunetas, para el manejo transversal del drenaje longitudinal y para cruce de la vía de pequeños flujos existentes en los laterales de la misma.

El proyectista deberá identificar aquellos casos particulares en los que no sea posible ajustarse a los estándares estipulados en este documento, quedando a su discreción y a una justificada sustentación la decisión de cambios en las características del proyecto del sistema de drenaje, siempre y cuando ellos no afecten negativamente la estabilidad de la vía, ni la seguridad y la comodidad de los usuarios y de los vecinos de las carreteras, ni conduzcan a soluciones económicamente irrealizables.

Atendiendo a esta anotación presente en el Manual de Drenaje, se toma como criterio del ingeniero para ubicar y dimensionar las obras de drenaje del Hito 56 que se encuentran dentro de la zona de influencia del conjunto cenagoso Juncal – Baquero, el método basado en el tránsito de creciente por piscina nivelada de las crecientes de ingreso de los Caños Baquero y Polvero a las ciénagas según diferentes niveles del Río Magdalena, corriente que actúa como control hidráulico de esta zona, donde se evalúa:

- Hidrograma simplificado de entrada (tasa de flujo en función del tiempo)
- Capacidad de depósito (depósito de almacenamiento frente a la elevación de depósito, curva altura volumen), se ha asumido un área máxima fija según perímetro de la ciénaga
- Curva de descarga (tasa de flujo de salida frente a la elevación del depósito)
- Este ejercicio de tránsito de niveles se realiza en tres escenarios diferentes tomando como base la variación de cotas con rangos de 1.0m controladas por el río Magdalena y según el dimensionamiento de las obras.

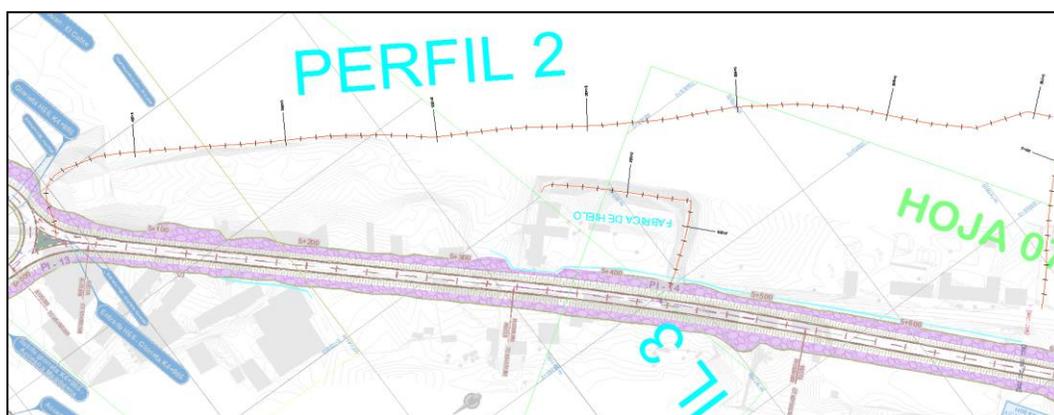


Figura 81 . Planta vía del proyecto (Hito 56) y eje del dique existente entre las abscisas

k0+080 al k0+540.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Actividades a realizar sub-tramo 1.

Hito 56 y 57. Las alcantarillas proyectadas para los Hitos 56 y 57, se disponen con la finalidad de dar continuidad a los cauces provenientes de las alcantarillas existentes bajo la vía del ferrocarril. De esta forma, se implantan alcantarillas bajo la carretera proyectada de un diámetro superior a la alcantarilla existente correspondiente bajo la vía férrea. Así, se proyectan con esta finalidad alcantarillas de diámetros 1.20 y 1.50 m. También se colocan alcantarillas de diámetro 0,91 para sitios donde existen puntos bajos del terreno, pasos para flujos intermitentes y descarga de cunetas. (Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación, 2011)

Los cálculos necesarios para el dimensionamiento de estas alcantarillas pueden encontrarse en el *Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”*.

Hito 58 y 59. Las alcantarillas proyectadas para los Hitos 58 y 59, se disponen en puntos bajos del terreno y puntos estratégicos para dar descarga de cunetas de pie de terraplén. Estas alcantarillas estarán espaciadas como máximo 250m en sitios de terraplén. Las alcantarillas existentes y en buen estado, se deben prolongar con el siguiente diámetro comercial como lo es de 1.20m, de tal manera que sirvan como desagüe de cunetas y comunicación de flujos intermitentes que se presentan en la zona.

El diseño de la cimentación de las alcantarillas se realiza teniendo en cuenta las Normativas:

- “Normas Para el Diseño de Sistemas de Alcantarillado” – EMCALI

- “Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín” – EPM

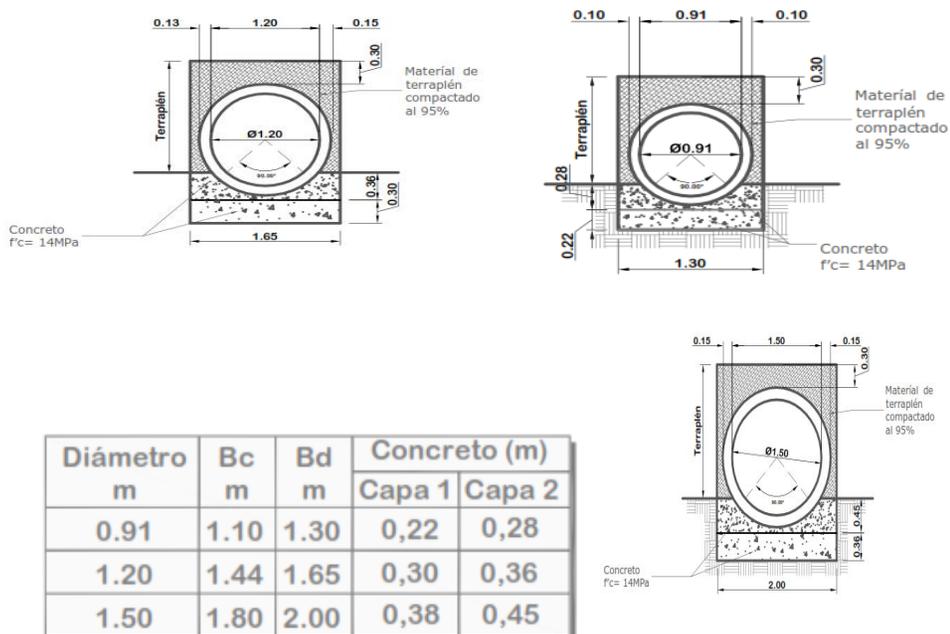


Figura 82. Detalle alcantarillas.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

En los planos de secciones transversales se muestra las dimensiones de cimentación consideradas para alcantarillas con diámetro de 0.91, 1.2m y 1.5m según la norma. Los cálculos necesarios para el dimensionamiento de estas alcantarillas pueden encontrarse en el *Apéndice C*, “*Información hidrológica del terreno*”. Estas alcantarillas también son necesarias desde el punto de vista ambiental para permitir el cruce de especies menores. En el *Apéndice C*, “*Información hidrológica del terreno*”. Se presentan las alcantarillas proyectadas.

Sub-tramos 2 y 3.

Hito 60 y 61. Para el caso de las alcantarillas de los Hitos 60 y 61, se proyecta la restauración de las alcantarillas existentes junto con la demolición de la imposta en los sitios donde esta reduzca la calzada de la carretera, en los casos donde sea necesario demoler la imposta deberá actuarse de la siguiente manera:

- Entrada y Salida de la obra sea por medio de aletas: Implantar un desagüe longitudinal Boca de lobo, así permite que el espaciamiento de la cuneta existente sea transitable sin la interrupción de la imposta.
- Entrada de la obra por medio de poceta: Se debe implantar una rejilla en concreto sobre la caja, permitiendo que el espaciamiento de la cuneta existente sea transitable sin la interrupción de la imposta. También se colocan alcantarillas de diámetro 0,91 para sitios donde existen puntos bajos del terreno, pasos para flujos intermitentes y descarga de cunetas.

Estas alcantarillas también son necesarias desde el punto de vista ambiental para permitir el cruce de especies menores.

Hito 62 y 63. En el caso específico de los Hitos 62 y 63, se proyecta la prolongación de las obras de drenaje que interfieran con las actuaciones sobre trazado de la carretera; las prolongaciones deben realizarse en donde se presenten situaciones como lo son la incorporación

de un tercer carril, ampliación de la calzada garantizando un ancho de carril 3.65m en cada sentido, corrección de curvas, implantación de paradas de bus y refugios (Bahías de Parada).

Estas alcantarillas también son necesarias desde el punto de vista ambiental para permitir el cruce de especies menores.

En el Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”. Se presentan un listado con las alcantarillas que se proyectan construir nuevas y a las que se proyecta realizar una prolongación en los sub-tramos 2 y 3.

Box Culvert. Los Box Culvert se calculan con control hidráulico de entrada, con una lámina de agua aguas arriba igual a la cota clave de la estructura, la expresión utilizada para su dimensionamiento es:

$$Q = 1.35 * b * h^{1.5}$$

Dónde:

Q: Caudal (m³/s)

b. Base (m)

h: Altura (m)

A continuación, se dimensionan las obras tipo Box Culvert las cuales pertenecen a cuenca hidrográfica y son calculados teniendo en cuenta la anterior expresión:

Vía	Quebrad	K0+74	12.36	No existe	3.50	2.00	13.364	Box Culvert
Gamarra - Impala	a No.2	0						3.5 x 2.00

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Los cálculos necesarios para el dimensionamiento de estos Box Culverts pueden encontrarse en el *Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”*.

Se dimensionan los Box Culvert coincidentes con cuencas hidrográficas. La obra existente en la actualidad para el “Arroyo las Guaduitas” presenta problemas de incapacidad hidráulica cuando se producen eventos de crecida que afectan a la Quebrada Buturama, la cual se encuentra próxima a este arroyo. Estas crecidas producen un fenómeno de trasvase entre las correspondientes cuencas, lo que genera un incremento considerable e impredecible sobre el caudal del “Arroyo las Guaduitas”. De esta forma, se propone construir un Box Culvert de 4.00 x 3.00m, aumentando así la capacidad hidráulica del lugar. (PAVCO, 1998)

Los cálculos necesarios para el dimensionamiento de estos Box Culverts pueden encontrarse en el *Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”*.

Tabla 48.

Box Culvert del Hito 59.

Cuenca	PR	Q.Dis m ³ /s	Obra Existente	Dimen. (m)		Capacid ad m ³ /s	Obra Requerida	
				b	l			
Vía	Arroyo	K16+1	18.	Box	4.00	3.00	28.059	Box Culvert
Aguaclar	Las	30	57	Culvert				4.0 x 3.0
a	- Guaduitas			4.0x2.5				
Variante	Caño	K14+1	28.28	No existe	4.5	3.00	31.567	Box Culvert
	Gallinazo	05						4.5 x 3.0

Aguachica	Arroyo el Cristo	K9+70 5	47.68	No existe	4.50	4.50	57.992	Box Culvert 4.5 x 4.5
------------------	------------------	------------	-------	-----------	------	------	--------	--------------------------

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Hito 56. Para este sector que limita con la Ciénaga Juncal - Baquero, las obras tipo Box Culvert proyectadas se recomiendan con dimensiones de 3.5 x 2.5m y 2.0 x 2.0, dado que éstas estructuras están propuestas como método de alivio en tiempo de creciente entre la dicha ciénaga y el río Magdalena y serán dispuestas en la carretera proyectada a partir de la cota 40.20msnm. Además de estos Box Culvert, se implantan también los correspondientes a las cuencas Caño Baquero y Caño Polvero, los cuales se dimensionan teniendo en cuenta el caudal de la cuenca y la capacidad hidráulica de la estructura propuesta.

Los cálculos necesarios para el dimensionamiento de estos Box Culverts pueden encontrarse en el *Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”*.

Hito 57. Las obras tipo Box Culvert proyectadas se recomiendan con dimensiones de 1.50x1.50 y 2.0x2.0m dada la necesidad de pasos para flujos intermitentes, descarga de cunetas, puntos bajos del terreno y terraplén con altura mayor a 3.0 m. Además de estos Box Culvert, se implantan los correspondientes a las cuencas hidrográficas Quebrada No.1 y Quebrada No.2.

Los cálculos necesarios para el dimensionamiento de estos Box Culverts pueden encontrarse en el *Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”*.

Hito 58. Los Box Culvert propuestos para este hito corresponden básicamente a la prolongación de las obras de drenaje ya existentes, dado que las actuaciones contempladas en el presente proyecto para este tramo de vía, consisten en la ampliación y mejora de la carretera existente, lo que supone un ensanchamiento de la calzada actual y, por tanto, la adecuación de las obras existentes en buen estado a las nuevas características de la vía.

Las obras tipo Box Culvert proyectadas se recomiendan con dimensiones de 1.0 x 1.0m debido a que es necesario mantener la dimensión existente debido al flujo intermite en ambos sentidos. Por este motivo debe realizarse una prolongación de las obras existentes que se encuentran en buen estado y en donde se plantea un empalme entre estructura nueva y existente, por medio de anillo de concreto reforzado. Se plantea además en este hito un único Box Culvert de 2.0 x 2.0m en la abscisa K0+235 para el desagüe de las cuentas proyectadas en este tramo. Las dimensiones de este Box Culvert se deben al criterio fijado por el ingeniero de disponer dichas estructuras cuando el terraplén proyectado supere los 3.0 m, dado que en el punto que nos ocupa este terraplén es superior a 7.0m. (United states department of the interior bureau of reclamtion, 1987)

Los cálculos necesarios para el dimensionamiento de estos Box Culverts pueden encontrarse en el *Apéndice C, "Información hidrológica del terreno"*.

Hito 59. Los Box Culvert propuestos para este hito tienen como finalidad permitir el paso de flujos intermitentes existentes en la zona, puntos bajos del terreno y terraplenes con alturas mayores a 3.0 m.

Los cálculos necesarios para el dimensionamiento de estos Box Culverts pueden encontrarse en el *Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”*.

Sub-tramos 2 y 3. En los apéndices, se muestran todas las obras tipo Box Culvert que se proyectan teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Ampliación de la Calzada.
- Optimización del funcionamiento hidráulico de las obras de drenaje correspondientes a cuencas de drenaje.
- Corrección de Curvas en el trazado geométrico de la carretera.
- Reemplazo de los Box Culvert antiguos en mal estado estructural por Obras Nuevas.
- Empalme de obras de drenaje entre carretera antigua y las actuaciones proyectadas.

Los Box Culvert propuestos para estos Hitos tienen como finalidad permitir el paso de flujos correspondientes a cuencas y microcuencas de drenaje existentes en la zona y el desagüe de cunetas, la mayoría de los Box Culvert expuestos son obras de prolongación planteadas de acuerdo a la ampliación de la calzada.

Pueden entonces observarse el listado de Box Culvert proyectados en el *Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”*.

Control a Entrada y Salida de Box Culvert y Alcantarillas. El control Hidráulico es una revisión que se realiza a la tubería para verificar la altura de lámina de agua a la entrada y salida de la tubería, el cual debe ser comparado frente al diámetro de la alcantarilla. De esta manera se realiza una iteración para determinar el diámetro adecuado de la obra de tal forma que cumpla con las condiciones de altura, capacidad, sumergencia y velocidad a entrada y salida de la obra.

Por ejemplo, en la tabla 49, se presenta el cálculo del régimen hidráulico una de las obras de drenaje correspondiente a cuencas de drenaje mayores a 1.0km². (Estudio de hidrología, hidráulica y socavación, 2011)

Con la información obtenida en la tabla se realiza el chequeo de cada una de las obras propuestas para drenaje transversal de cuencas, y así demostrar la suficiente capacidad de las dimensiones propuestas junto con un óptimo control de flujo de la obra.

P.K. 2+145: Tronco-Principal

Cuenca: Caño Hormiguerito

Tabla 49.

Régimen Hidráulico Caño Hormiguerito.

REGIMEN HIDRAULICO

CARACTERISTICAS	
Base (m).....	4,900
Altura(m).....	1,500
Caudal(m ³ /s).....	4,740
Pendiente(%).....	2,000
Longitud(m).....	10,280
nManning.....	0,015

REGIMEN UNIFORME	
Altura(m).....	0,266
Perímetro mojado(m).....	5,432
Superficie mojada(m ²).....	1,303
Radio hidráulico(m).....	0,240
Velocidad(m/s).....	3,639
Caudal desaguado(m ³ /s).....	4,740

VALORES CRITICOS	
Caudal específico.....	0,168
Yc/H(s/fig. 5.11).....	-
Altura crítica Yc(m).....	0,457
Perímetro mojado(m).....	5,814
Superficie mojada(m ²).....	2,239
Radio hidráulico(m).....	0,385
Velocidad crítica(m/s).....	2,117
Pendiente crítica(%).....	0,360

COND. CONTROL ENTRADA S/5.2.-IC	
Conducto recto.....	SI
Secc. y pte. Uniforme.....	SI
Cota salida < y _{crit} . Y < H _{cond}	SI
(Long.(m)/Pte.(%)) (k1).....	5,140
(Long.(m)/Pte.(%)) (s/fig.5.13)(k2)....	2000,000
k1 < k2.....	SI
K1/K2.....	0,003
H _E /H s/fig. 5.10.....	0,52
H _E /H s/fig. 5.15.....	3
H _E < (H _E)fig.5.15.....	SI
CLASE DE CONTROL.....	Entrada

VALORES DE ENTRADA	
R.hidr.secc.llena (m).....	-
Velocidad secc.llena(m/s).....	-
Ke (tabla 5.2).....	-
μ.....	-
Altura a la entrada.....	0,780

VALORES DESALIDA	
Altura(m).....	0,266
Perímetro mojado(m).....	5,432
Superficie mojada(m ²).....	1,303
Radio hidráulico(m).....	0,240
Velocidad(m/s).....	3,639

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Modelos hidráulicos. Se hicieron también modelos hidráulicos como el que se muestra a continuación, correspondientes a la Quebrada Buturama, que son necesarios para la estructuración de puentes.

Tabla 50.

Datos de entrada Modelos Hidráulicos – Quebrada Buturama.

Profile Output Table - Standard Table 1												
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: eje Reach: Alignment - (4) Profile: PF 1												Reload Data
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Alignment - (4)	-20	PF 1	405.62	126.75	130.19	130.19	130.73	0.010044	4.39	167.25	189.51	0.77
Alignment - (4)	-40	PF 1	405.62	126.88	130.31		130.54	0.005315	3.24	257.49	280.08	0.57
Alignment - (4)	-60	PF 1	405.62	126.25	130.31		130.43	0.003307	2.63	314.67	300.00	0.45
Alignment - (4)	-90.67	PF 1	405.62	126.41	130.01		130.30	0.004321	2.98	252.10	300.00	0.51
Alignment - (4)	-120	PF 1	405.62	126.14	130.05		130.16	0.002272	2.11	341.22	300.00	0.37
Alignment - (4)	-140	PF 1	405.62	126.04	129.95		130.11	0.002735	2.35	303.72	285.88	0.41
Alignment - (4)	-160	PF 1	405.62	126.25	129.91		130.05	0.002407	2.30	324.41	300.00	0.39
Alignment - (4)	-180	PF 1	405.62	125.79	129.90		130.00	0.001903	2.14	365.31	300.00	0.34
Alignment - (4)	-200	PF 1	405.62	125.50	129.88		129.95	0.001336	1.93	410.78	300.00	0.30
Alignment - (4)	-220	PF 1	405.62	125.91	129.86		129.91	0.001020	1.58	448.49	300.00	0.25
Alignment - (4)	-240	PF 1	405.62	125.75	129.85		129.89	0.000662	1.31	509.29	300.00	0.21
Alignment - (4)	-260	PF 1	405.62	125.50	129.85		129.88	0.000382	1.02	615.17	300.00	0.16
Alignment - (4)	-280	PF 1	405.62	125.50	129.85		129.87	0.000324	0.95	661.99	300.00	0.15
Alignment - (4)	-300	PF 1	405.62	125.49	129.84		129.86	0.000293	0.91	678.14	300.00	0.14
Alignment - (4)	-320	PF 1	405.62	125.50	129.83		129.86	0.000390	1.04	625.07	300.00	0.16
Alignment - (4)	-340	PF 1	405.62	125.49	129.83	128.20	129.85	0.000294	0.87	680.24	300.00	0.14
Alignment - (4)	-350	Bridge										
Alignment - (4)	-360	PF 1	405.62	125.48	128.25		128.36	0.003392	2.28	303.55	277.66	0.44
Alignment - (4)	-380	PF 1	405.62	125.26	128.24		128.30	0.001452	1.54	395.57	276.76	0.29
Alignment - (4)	-400	PF 1	405.62	125.17	128.20		128.27	0.001584	1.59	370.14	249.05	0.30
Alignment - (4)	-420	PF 1	405.62	124.98	128.13		128.22	0.002236	1.98	318.30	236.95	0.36
Alignment - (4)	-440	PF 1	405.62	124.75	128.10		128.18	0.001954	1.96	340.40	267.22	0.34
Alignment - (4)	-460	PF 1	405.62	124.49	127.98		128.12	0.003413	2.46	276.88	224.76	0.44
Alignment - (4)	-486.03	PF 1	405.62	124.25	127.94		128.01	0.001424	1.79	366.04	217.52	0.30
Alignment - (4)	-508.71	PF 1	405.62	123.73	127.93		127.97	0.000755	1.23	503.66	300.00	0.21
Alignment - (4)	-522.88	PF 1	405.62	123.75	127.91		127.95	0.000808	1.44	486.81	300.00	0.23
Alignment - (4)	-536.86	PF 1	405.62	123.69	127.58		127.82	0.005200	3.43	228.67	193.60	0.56
Alignment - (4)	-558.64	PF 1	405.62	123.58	127.31		127.62	0.006606	3.78	210.49	199.25	0.64
Alignment - (4)	-573.19	PF 1	405.62	123.69	127.06	127.06	127.42	0.008914	4.16	192.02	199.25	0.73
Alignment - (4)	-589.89	PF 1	405.62	123.50	126.76	126.76	127.13	0.010250	4.36	185.10	185.44	0.78
Alignment - (4)	-600	PF 1	405.62	123.75	126.52		126.81	0.010083	3.95	204.81	233.52	0.76
Alignment - (4)	-620	PF 1	405.62	123.25	126.40		126.60	0.006387	3.31	239.36	240.45	0.61
Alignment - (4)	-640	PF 1	405.62	123.28	126.13	126.13	126.46	0.012691	4.40	189.08	223.84	0.85
Alignment - (4)	-660	PF 1	405.62	123.36	125.88	125.88	126.26	0.014816	4.36	171.41	193.33	0.90
Alignment - (4)	-680	PF 1	405.62	123.25	125.45		125.57	0.003074	1.80	269.56	177.60	0.40
Alignment - (4)	-700	PF 1	405.62	123.25	125.47		125.55	0.001561	1.28	329.08	181.41	0.28
Alignment - (4)	-720	PF 1	405.62	122.75	125.29	124.46	125.47	0.005703	2.64	218.26	162.89	0.55

Total flow in cross section.

“Tabla 50” “Continuación”

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: eje Reach: Algnment - (4) Profile: PF 1												
Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Frctn Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Top Width (m)	
Alignment - (4)	-20	PF 1	130.73	130.19	0.54			127.11	181.15	97.36	189.51	
Alignment - (4)	-40	PF 1	130.54	130.31	0.23	0.08	0.03	134.40	135.60	135.62	280.08	
Alignment - (4)	-60	PF 1	130.43	130.31	0.13	0.12	0.02	189.09	90.17	126.36	300.00	
Alignment - (4)	-90.67	PF 1	130.30	130.01	0.29	0.09	0.05	62.83	243.29	99.50	300.00	
Alignment - (4)	-120	PF 1	130.16	130.05	0.12	0.05	0.00	131.06	163.54	111.02	300.00	
Alignment - (4)	-140	PF 1	130.11	129.95	0.16	0.05	0.00	132.68	198.94	74.01	285.88	
Alignment - (4)	-160	PF 1	130.05	129.91	0.15	0.04	0.02	138.96	184.69	81.97	300.00	
Alignment - (4)	-180	PF 1	130.00	129.90	0.10	0.04	0.01	211.41	102.07	92.14	300.00	
Alignment - (4)	-200	PF 1	129.95	129.88	0.07	0.03	0.01	216.77	87.15	101.70	300.00	
Alignment - (4)	-220	PF 1	129.91	129.86	0.05	0.02	0.00	246.00	70.03	89.59	300.00	
Alignment - (4)	-240	PF 1	129.89	129.85	0.04	0.01	0.00	212.23	105.38	88.01	300.00	
Alignment - (4)	-260	PF 1	129.88	129.85	0.03	0.01	0.00	169.25	106.69	129.69	300.00	
Alignment - (4)	-280	PF 1	129.87	129.85	0.02	0.01	0.00	174.86	36.86	193.90	300.00	
Alignment - (4)	-300	PF 1	129.86	129.84	0.02	0.01	0.00	145.11	51.17	209.33	300.00	
Alignment - (4)	-320	PF 1	129.86	129.83	0.02	0.01	0.00	181.04	43.94	180.64	300.00	
Alignment - (4)	-340	PF 1	129.85	129.83	0.02	0.00	0.05	198.60	47.49	159.53	300.00	
Alignment - (4)	-350		Bridge									
Alignment - (4)	-360	PF 1	128.36	128.25	0.11	0.04	0.01	184.39	58.41	162.82	277.66	
Alignment - (4)	-380	PF 1	128.30	128.24	0.06	0.03	0.00	198.06	51.87	155.70	276.76	
Alignment - (4)	-400	PF 1	128.27	128.20	0.07	0.05	0.00	242.96	56.65	106.02	249.05	
Alignment - (4)	-420	PF 1	128.22	128.13	0.09	0.03	0.00	244.05	54.08	107.49	236.95	
Alignment - (4)	-440	PF 1	128.18	128.10	0.08	0.06	0.01	234.75	48.03	122.84	267.22	
Alignment - (4)	-460	PF 1	128.12	127.98	0.14	0.08	0.02	133.49	88.76	183.37	224.76	
Alignment - (4)	-486.03	PF 1	128.01	127.94	0.08	0.04	0.01	96.78	93.07	215.77	217.52	
Alignment - (4)	-508.71	PF 1	127.97	127.93	0.04	0.01	0.00	115.20	57.34	233.08	300.00	
Alignment - (4)	-522.88	PF 1	127.95	127.91	0.04	0.11	0.02	103.21	60.94	241.47	300.00	
Alignment - (4)	-536.86	PF 1	127.82	127.58	0.24	0.20	0.01	187.00	92.44	126.18	193.60	
Alignment - (4)	-558.64	PF 1	127.62	127.31	0.31	0.19	0.01	153.94	105.66	146.02	199.25	
Alignment - (4)	-573.19	PF 1	127.42	127.06	0.37	0.28	0.00	153.24	100.46	151.91	199.25	
Alignment - (4)	-589.89	PF 1	127.13	126.76	0.37	0.23	0.02	230.24	93.34	82.04	185.44	
Alignment - (4)	-600	PF 1	126.81	126.52	0.29	0.18	0.03	233.32	85.27	87.04	233.52	
Alignment - (4)	-620	PF 1	126.60	126.40	0.20	0.13	0.01	242.57	74.46	88.59	240.45	
Alignment - (4)	-640	PF 1	126.46	126.13	0.33	0.18	0.00	253.74	72.56	79.32	223.84	
Alignment - (4)	-660	PF 1	126.26	125.88	0.38	0.10	0.08	271.20	78.70	55.72	193.33	
Alignment - (4)	-680	PF 1	125.57	125.45	0.12	0.01	0.01	361.22	32.59	11.81	177.60	
Alignment - (4)	-700	PF 1	125.55	125.47	0.08	0.06	0.01	375.39	23.89	6.34	181.41	
Alignment - (4)	-720	PF 1	125.47	125.29	0.19			359.25	38.71	7.66	162.89	

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

A la vista de los datos anteriores y de los resultados del modelo, las dimensiones del puente proyectado resultan satisfactorias. A continuación, se acompaña imagen de la planta y el perfil de dicho puente.

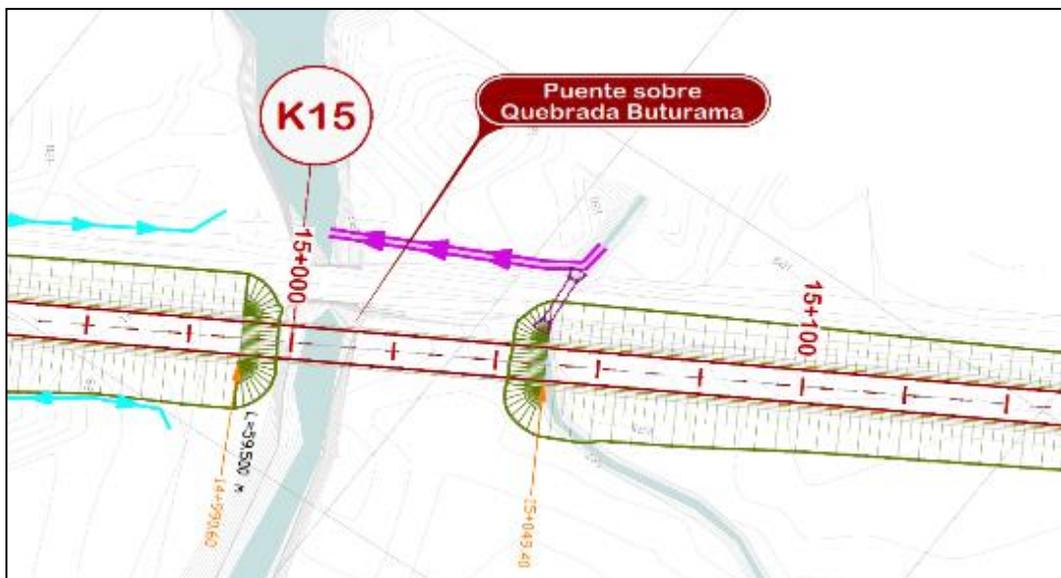


Figura 83. Planta Puente Quebrada Buturama.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

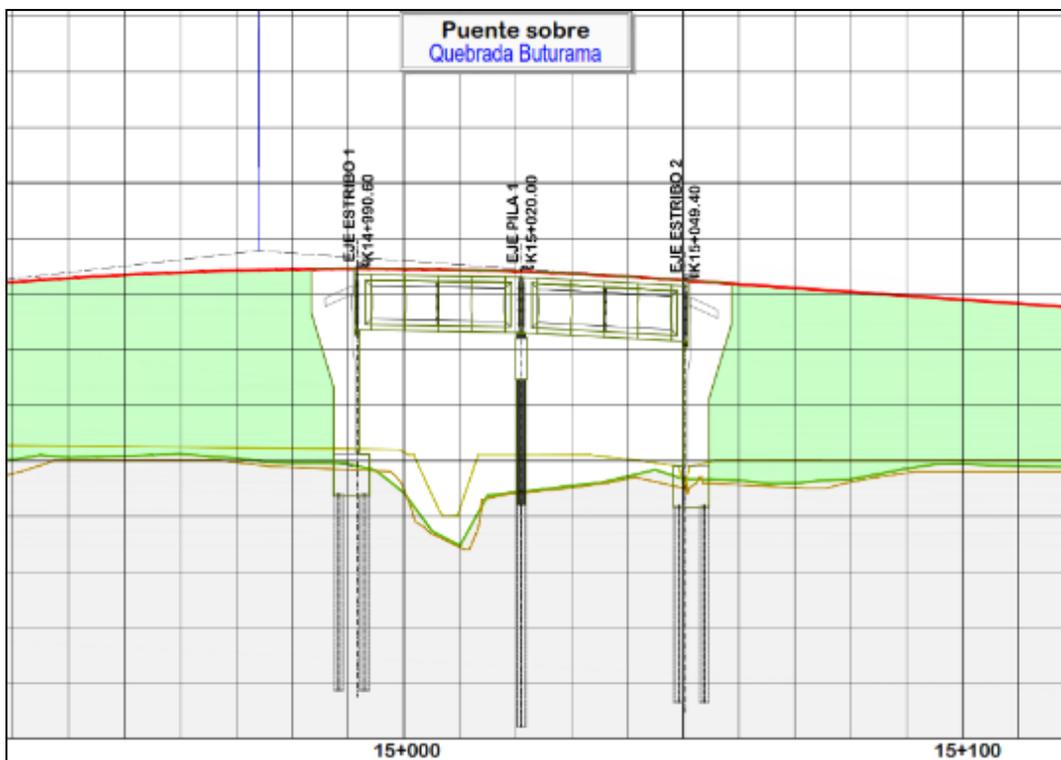


Figura 84. Perfil Puente Quebrada Buturama.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Sumideros. Los sumideros existentes en el trazado están proyectados con la finalidad de drenar la zona de pesaje en el hito 61. El sistema consiste en recoger las aguas generadas por escorrentía superficial sobre la calzada de la carretera. Estas son canalizadas con la pendiente transversal y el bordillo de la margen izquierda de la vía hasta llegar a un sumidero de ventana.

El área de drenaje a continuación presentado equivale a 9.65m de ancho de semibanca y 130 de longitud aferente sobre la vía.

$$\text{Área de drenaje} = (9.65m * 130m) = 1254.5m^2$$

$$Q = C * I * A * 0.278$$

$$Q_T = 0.9 * \frac{129.36mm}{h} * \left(1254.5m^2 * \frac{km^2}{(1000m)^2}\right) * 0.278 = 0.0406 m^3/s$$

Capacidad del sumidero. Para el cálculo se toma una mancha de inundación de 2.5m de ancho y 5 cm de altura de inundación contra el bordillo, donde Z es igual al inverso de la pendiente transversal.

$$Z = 1/0.02 = 50$$

$$Q_s = 0.375 * \left(\frac{Z}{n}\right) y^{8/3} S^{1/2}$$

$$Q_s = 0.375 * \left(\frac{50}{0.015}\right) 0.05m^{8/3} 0.03^{1/2} = 0.073 m^3/s$$

$$L = \frac{Q_s}{K * y * \sqrt{g * y}}$$

Dónde:

K =0.2 para un bombeo de 2%.

y = 0.15m que es la altura de la ventana del sumidero.

L= longitud de la ventana de sumidero

Cañuela prefabricada. La cañuela prefabricada en concreto propuesta en el trazado, se proyecta como sistema de drenaje en acompañamiento para los muros de confinamiento y los muros de tercer carril, en donde cumple con la función de drenar las aguas de escorrentía superficial que se genera por el bombeo de la calzada de la carretera en dichos tramos.

También cumple con la función de drenar las aguas de escorrentía superficial generadas en las zonas de Peaje y Pesaje hasta encolar en los sumideros o desagües longitudinales.

El área de drenaje que se presenta a continuación, es calculada teniendo en cuenta la escorrentía superficial presentada en 5.25m de ancho de semibanca y 100 de longitud aferente sobre la vía.

$$\begin{aligned} \text{Área de drenaje} &= (5.25m * 100m) = 525m^2 \\ Q &= C * I * A * 0.278 \\ Q_T &= 0.9 * \frac{129.36mm}{h} * \left(525m^2 * \frac{km^2}{(1000m)^2} \right) * 0.278 = 0.017 m^3/s \end{aligned}$$

Capacidad de la Cañuela prefabricada. Para el cálculo se toma como punto de partida las dimensiones de la cañuela prefabricada propuesta que se muestra en la figura 85; además se realiza la comprobación de capacidad hidráulica y velocidad que desarrolla la cañuela prefabricada en condiciones de pendiente mínima de 5% y pendiente máxima del 10%, las cuales son las pendientes mínima y máxima que se presentan en tramos prolongados con tercer carril o muros de confinamiento.

En el diseño también se considera la longitud aferente y un distanciamiento entre tuberías para el desagüe de 100m; con la información mencionada se revisan los elementos hidráulicos de la sección para verificar su capacidad y velocidad en condiciones de pendiente de 5% y 10%.

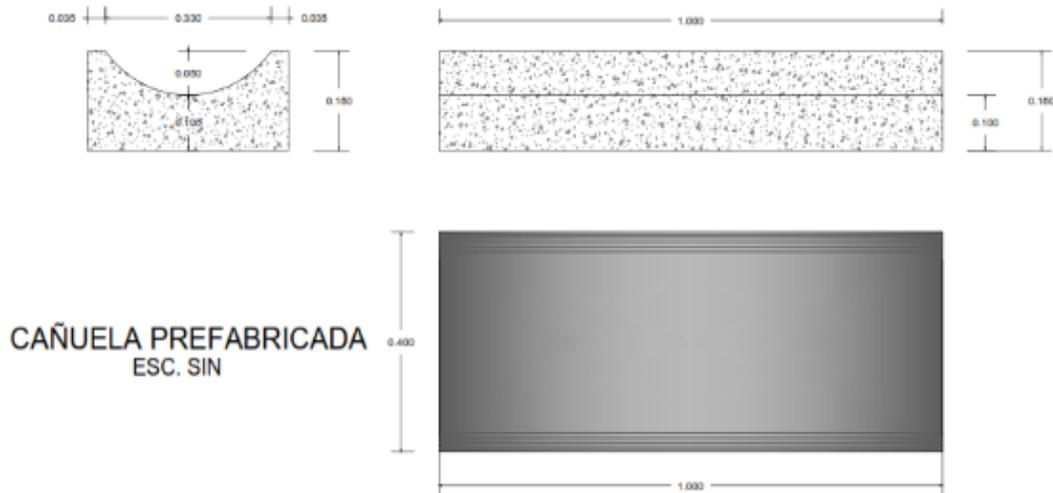


Figura 85. Cañuela prefabricada en Concreto.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Diámetro del Tubo de Desagüe Longitudinal. Para el desagüe longitudinal de la cañuela prefabricada, se proyecta la implantación de tuberías PVC Sanitaria cada 100m, en donde para el cálculo se asume un diámetro de tubería de 6" (0.1524m) y al cual se verifica la capacidad del tubo al momento del desagüe de la cañuela.

$$A_o = \frac{\pi}{4} * d^2$$

$$A_o = \frac{\pi}{4} * (0.1524m)^2 = 0.0182m^2$$

$$Q_o = V * A_o$$

$$Q_o = 1.93m/s * 0.0182m = 0.035m^3/s$$

La capacidad hidráulica del tubo de 6" es de $0.035\text{m}^3/\text{s}$, lo cual indica que la tubería también cumple con un factor de seguridad de 2, y cumple el planteamiento que refiere el fallo de una de las tuberías intermedias y sea necesario drenar el caudal captado en 200m de cañuela.

El subdren propuesto en esta zona tiene una altura promedio de 3.5m y ancho de 0.4m, para lo cual se tiene estimada la implantación de 6300m lineales de este tipo de subdren.

Canal de Conducción con Rejilla Metálica. En el tramo de ingreso a las instalaciones del peaje se proyecta colocar un canal rectangular de dimensiones 0.5m de base, 0.3m de altura y una longitud de 150m hasta llegar a la descarga al terreno natural; el canal debe estar acompañado de una rejilla de protección para impedir la caída de motociclistas y mantener impermeable este sitio como se muestra en la figura 86. Dichas dimensiones se establecen teniendo en cuenta el caudal de escorrentía superficial y la facilidad de limpieza de la cuneta. El canal con rejillas está proyectado para ser colocada entre las abscisas K14+220 y K14+370.

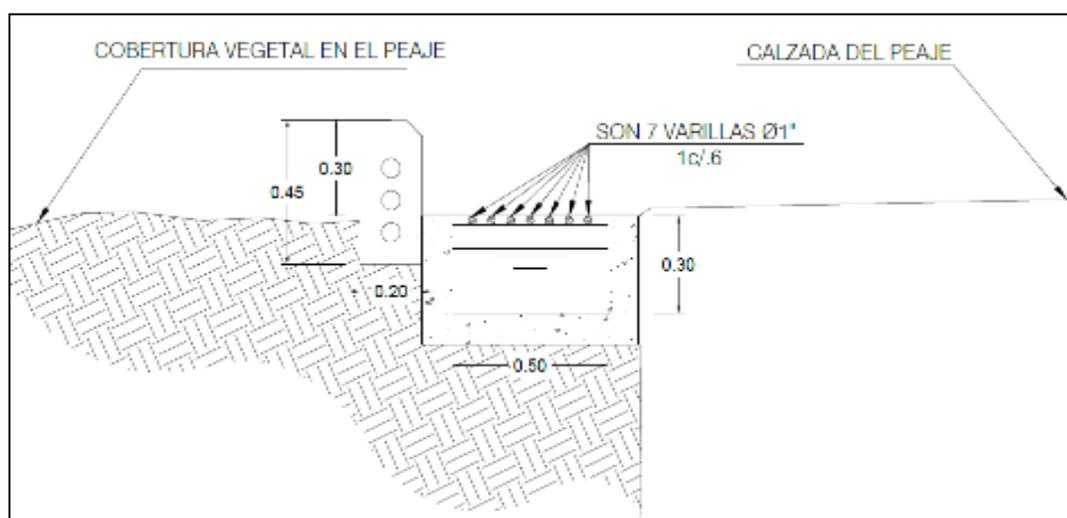


Figura 86. Canal con Rejilla Metálica.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

Desagüe Longitudinal Boca de Lobo. Es una estructura de desagüe vial, la cual se ubica de manera lateral a la carretera y cumple con la función de recibir la descarga del caudal que transita por la cuneta de desmonte. La estructura se plantea en escenarios específicos donde la imposta correspondiente a la obra de drenaje, genere una reducción en el ancho de la calzada, impidiendo el ancho libre de la berma cuneta y causando riesgos de accidente. Como solución en estos sitios específicos se proyecta demoler la imposta e implantar una losa de concreto reforzado cubriendo la parte superior de la entrada de la obra de drenaje, para luego realizar la construcción de la boca de lobo empalmada con el extremo de la cuneta o el bordillo dependiendo el caso. (Estudio de hidrología, hidráulica y socavación, 2011)

Para el cálculo se asume una lámina de agua de 0.20m de altura en la cuneta y 0.15m de altura de la ventana.

$$Z = 1/0.23 = 4.35$$

$$Q_s = 0.375 * \left(\frac{Z}{n}\right) y^{8/3} S^{1/2}$$

$$Q_s = 0.375 * \left(\frac{4.35}{0.015}\right) 0.20m^{8/3} 0.002^{1/2} = 0.0665 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = \frac{Q_s}{K * y * \sqrt{g * y}}$$

Dónde:

K =0.23 para pendientes transversales mayores al 4%.

y = 0.15m que es la altura de la ventana de la boca de lobo.

De esta forma:

$$L = \frac{0.0665 \text{ m}^3/\text{s}}{0.23 * 0.15\text{m} * \sqrt{9.81 \text{ m/s}^2 * 0.15\text{m}}} = 1.6\text{m}$$

Luego de realizar el cálculo de la longitud de la ventana, se concluye que la distancia adecuada para una altura de 15cm es de 1.60m de largo; sin embargo, por facilidad constructiva y factor de seguridad se designa una altura libre de la ventana de 0.2m. Dando así capacidad suficiente al caudal que aporta la cuneta y previendo eventos de taponamiento a lo largo de la ventana. De esta manera queda el espacio libre de la berma cuneta en su totalidad para que esta sea transitable por los vehículos como se muestra en la figura 87.

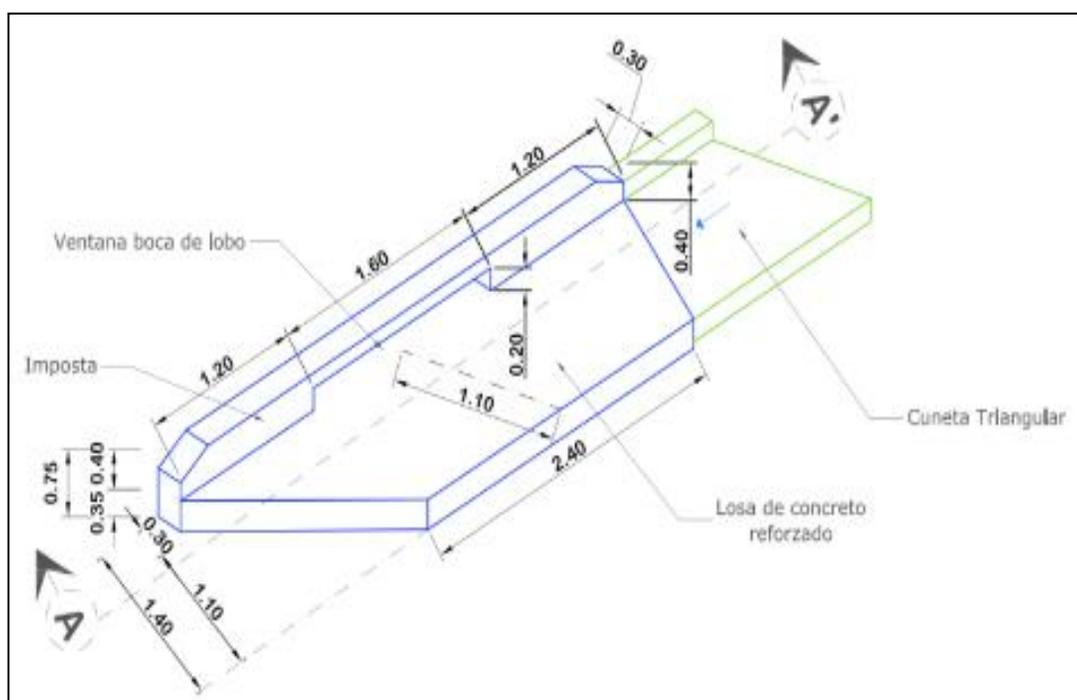


Figura 87. Ventana Boca de Lobo.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Las abscisas en las cuales se encuentran ubicadas las ventanas boca de lobo que se dispondrán a lo largo de los Sub-tramos 2 y 3, pueden observarse en el *Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”*.

Desagüe Longitudinal con Rejilla de Concreto. Esta estructura es situada especialmente en donde la imposta de la poceta (caja de recolección longitudinal) genera un estrechamiento de la calzada de la vía existente impidiendo el ancho libre de la berma cuneta y causando riesgos de accidente.

Por lo tanto, es necesario demoler la imposta que causa la reducción y proteger la poceta con una rejilla de concreto, de tal forma que en los tramos que la cuneta es transitable se dé continuidad por medio de dicha rejilla situada sobre las pocetas; las rejillas de concreto mencionadas se encuentran indicadas en los planos del *Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”*.

Para verificar la capacidad de entrada de caudal en la rejilla de concreto, se toma como datos de partida el caudal y velocidad crítica que se desarrolla en la cuneta de desmonte, la cual es de 0.1097m³/s y 0.73m/s respectivamente. Adicionalmente se tienen en cuenta las dimensiones de la poceta y el área de los orificios de la rejilla proyectada.

$$\text{Area Orificio} = 0.07\text{m} * 0.37\text{m} = 0.026\text{m}^2$$

$$\text{Area Neta de Orificios} = 0.026\text{m}^2 * 12 \text{ Orificios} = 0.312\text{m}^2$$

$$\text{Area requerida} = \frac{Q_{\text{cuneta}}}{\text{Vel. Cuneta}} = \frac{0.1097 \text{ m}^3/\text{s}}{0.73 \text{ m/s}} = 0.15\text{m}^2$$

$$\text{Area Neta de Orificios} > \text{Area requerida}$$

$$0.3\text{m}^2 > 0.15\text{m}^2$$

Dado los resultados anteriores se tiene que la rejilla propuesta cumple con las condiciones hidráulicas y es suficiente para drenar el caudal generado por la cuneta, ya que el área de drenaje que se requiere es de 0.15m^2 y área de drenaje que proporciona la rejilla de concreto es de 0.3m^2 ; de esta forma se conserva un factor de seguridad de 2 como método preventivo de taponamiento de orificios. (Badillo y Rodríguez, 1995)

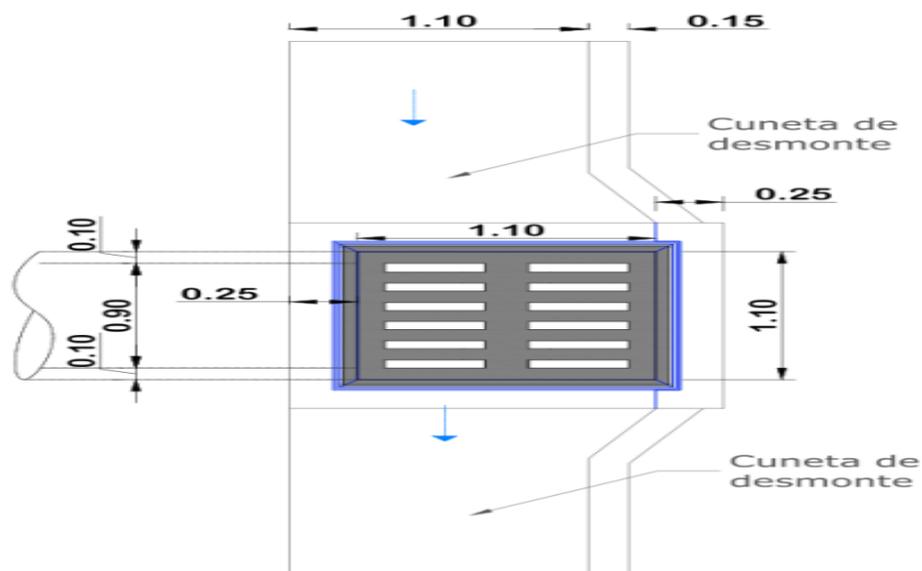


Figura 88. Poceta con Rejilla de Concreto.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En el Apéndice C, “*Información hidrológica del terreno*”, se muestra en resumen la ubicación de las obras de drenaje existente, las cuales requieren de la colocación de rejilla de concreto sobre la poceta.

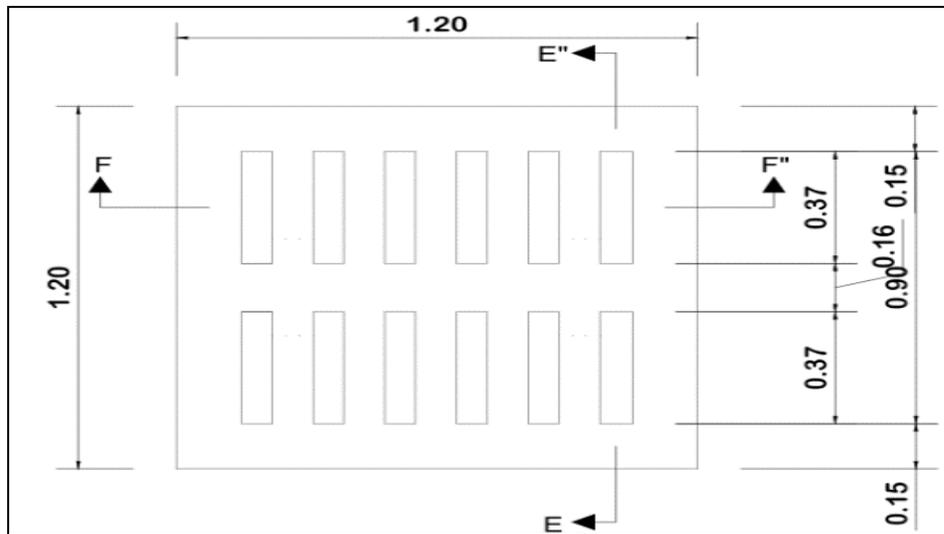


Figura 89. Detalle Rejilla de Concreto.

Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

3.1.2.4 Resumen de resultados obtenidos en los estudios de hidrología, hidráulica y socavación.

Sub-tramo 1. Se presentan a continuación, los resultados del Informe de Hidrología, Hidráulica y Socavación:

Tabla 51.

Cuenca	Área km ²	CN	S	Tr años	P Dis Diaria. Mm	Pe Diaria mm	% Efic.	IIDF (mm/h)	P Real. mm	P dis.	tc horas	tr horas	D horas	tp horas	Tb horas	Qp m ³ /s	Obra Existente	Obra Requerida	Capacidad m ³ /s	
Vía Agua clara - Variante Aguachica	Arroyo Guaduitas	Las 4.05	64	140.96	25	148.30	55.26	0.37	85.41	101.08	37.66	1.18	0.71	2.0	1.71	4.57	18.57	Box Culvert 4.00x2.50	Box Culvert 4.00 x 3.00	28.06
	Quebrada Buturama	124.13	66	131.34	100	177.98	81.32	0.46	39.47	145.10	66.29	3.68	2.21	4.0	4.21	11.23	407.14	No existe	Puente Luz mínima=60.0m	Véase Modelo Obras Mayores
	Caño Gallinazo	5.41	68	119.51	25	148.30	63.45	0.43	81.39	103.51	44.29	1.27	0.76	2.0	1.76	4.71	28.28	No existe	Box Culvert 4.50 x 3.00	31.57
	Arroyo el Cristo	7.87	75	84.35	25	148.30	80.05	0.54	62.78	111.32	60.09	1.77	1.06	2.0	2.06	5.51	47.68	No existe	Box Culvert 4.50 x 4.50	58.00
Vía Gamarra - Puerto Capulco	Caño Baquero	8.06	64	140.96	25	156.12	60.86	0.39	72.42	130.48	50.87	1.80	1.08	2.0	2.08	5.56	41.01	No existe	Box Doble 3.00 x 3.00	42.09
	Caño Polvero	4.45	64	141.33	25	156.12	60.72	0.39	118.15	107.76	41.91	0.91	0.55	1.0	1.05	2.80	37.08	No existe	Box Doble 3.00 x 3.00	42.09
Vía Gamarra - Impala	Quebrada No.1	5.07	65	136.82	25	156.12	62.42	0.40	103.17	115.75	46.28	1.12	0.67	2.0	1.67	4.47	29.16	No existe	Box Doble 3.00 x 2.50	32.02
	Quebrada Norean	189.53	64	141.04	50	167.17	68.96	0.41	28.43	177.40	73.18	6.24	3.74	6.0	6.74	18.01	427.95	No existe	Puente Luz mínima=35.0m	Véase Modelo Obras Mayores

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

Resumen principal de resultados del Estudio Hidrológico.

Valores calculados de precipitación Efectiva y Caudales de Diseño para Cuencas Superiores a 1,0 km².

Sub-tramo 2 y 3. Se presentan a continuación, los resultados del Informe de Hidrología, Hidráulica y Socavación:

Tabla 52.

Cuenca	Estación	Área km ²	CN	S	Tr año	P Diaria .mm	Dis Diaria mm	Pe Diaria mm	% Efic.	I (mm/h)	IDF (mm/h)	P Real. mm	P dis. horas	tc horas	tr horas	D horas	tp horas	Tb horas	Qp m ³ /s	Obra Existente	Obra Requerida	Capacidad m ³ /s
CAÑO HORMIGUERITO	Totumal	1.169	54	215.44	25	148.30	34.52	0.23	135.02	66.75	15.54	0.49	0.3	1.00	0.80	2.13	4.74	Box Culvert 4.90x1.50	Cumple	12.153		
CAÑO EL TIGRE	Totumal	6.483	54	217.89	25	148.30	33.99	0.23	84.58	101.65	23.30	1.20	0.72	2.00	1.72	4.60	18.26	Pontón 5.0m	Cumple	19.092		
QUEBRADA LOS MORTIÑOS	Totumal	2.139	54	214.58	25	148.30	34.71	0.23	128.77	74.13	17.35	0.58	0.35	1.00	0.85	2.26	9.13	Pontón 4.0m	Cumple	13.478		
QUEBRADA LAS MÚCURAS	Totumal	37.108	50	249.30	50	159.64	33.56	0.21	59.91	120.69	25.37	2.01	1.21	2.00	2.21	5.90	88.70	Puente 18m	Cumple			
QUEBRADA 1	Totumal	1.947	54	220.71	25	148.30	33.40	0.23	135.02	66.72	15.03	0.49	0.30	1.00	0.80	2.13	7.64	Box Culvert 1.90x1.90	Alcantarilla en Bateria 0.91m	7.675		
QUEBRADA 5	Totumal	3.292	55	206.59	25	148.30	36.50	0.25	125.39	77.32	19.03	0.62	0.37	1.00	0.87	2.32	14.98	Pontón 5.80m	Cumple	15.847		
QUEBRADA MESITA	LA Rio oro de	1.114	45	305.64	25	123.93	10.71	0.09	184.24	32.68	2.82	0.18	0.11	1.0	0.61	1.62	1.08	Alcantarilla Calzada Antigua	Box Nuevo 3.0x2.0m	11.455		
QUEBRADA AGUA DULCE	Rio oro de	1.266	55	208.60	25	123.93	23.24	0.19	129.09	44.50	8.34	0.34	0.21	1.0	0.71	1.89	3.11	Pontón Calzada Antigua	Box Nuevo 3.0x2.0m Empalme	11.455		
QUEBRADA TOMA	LA Rio oro de	3.960	50	252.51	25	123.93	16.54	0.13	118.78	52.63	7.03	0.44	0.27	1.0	0.77	2.04	7.56	Pontón 8m	Cumple	62.182		

Resumen Principal de resultados del Estudio Hidráulico.

Valores calculados de precipitación Efectiva y Caudales de Diseño para Cuencas Superiores a 1,0 km².

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

3.1.2.5. Obras de drenaje existentes en vías paralelas y recomendaciones indicadas.

Sub-tramo 1. Aunque este proyecto no contempla intervención de las vías existentes, se ha elaborado un inventario de obras de arte de las mismas, que por su paralelismo con las vías proyectadas es pertinente recomendar acciones de mantenimiento según el estado reportado en las fichas de inventario, el cual se presenta en el Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”. En el mismo, pueden observarse las obras existentes y las recomendaciones indicadas.

Sub-tramos 2 y 3. Se ha elaborado un inventario de obras de drenaje existentes a lo largo de los hitos 60, 61, 62 y 63, en donde se realizó la verificación de capacidad hidráulica y revisión estructural para determinar el funcionamiento de cada una de las obras existentes. Cada obra drenaje es revisada y estudiada en detalle, en donde se determina una serie de recomendaciones con la finalidad de optimizar el funcionamiento de cada obra y su aplicabilidad con el trazado proyectado de la carretera.

En el Apéndice C, “Información hidrológica del terreno”, pueden observarse las obras existentes y las recomendaciones indicadas para estos subtramos.

3.1.1.6. Seguimiento de cumplimiento de procesos constructivos. Durante estos meses se realizó el seguimiento a obras hidráulicas, remoción y construcción de cunetas que se encuentren en mal estado, construcción de alcantarillas complementarias y rehabilitación de existentes, entre otras.

Se presentan a continuación, el registro realizado, en el que se evidencia la intervención realizada en los frentes de obra, para el cumplimiento de los objetivos.

Seguimiento mes de febrero y marzo.

Sub-tramo 1.

Hito 58 (PR 0 + 000 AL PR 8 + 149). Se intervinieron las alcantarillas unidas en los puntos:

PR 4 + 920

PR 5 + 455

PR 6 + 455

Alcantarilla PR 4 + 920. La alcantarilla del PR 4 + 920 presenta erosión a un costado y se encuentra a la espera de la construcción la losa de concreto ciclópeo con protección en piedra pegada.



Fotografía 104. Alcantarilla PR 4 + 920.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Alcantarilla PR 5 + 455. La alcantarilla del PR 5 + 455 se encuentra a la espera de la construcción la losa de concreto ciclópeo con protección en piedra pegada.



Fotografía 105. Alcantarilla PR 5 + 455.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Alcantarilla PR 6 + 455. La alcantarilla del PR 6 + 455 se encuentra a la espera de la construcción la losa de concreto ciclópeo con protección en piedra pegada.



Fotografía 106. Alcantarilla PR 6 + 455

Nota. Fuente: Autor (2016).

Sub-tramo 2.

Hito 60 PR 0+000. Construcción de Cunetas.

Actividades realizadas en el periodo. Se realiza construcción de cunetas en el costado norte con una longitud de 80.0 m.



Fotografías 107 y 108. Construcción de cunetas

Nota. Fuente: Autor (2016).

Hito 60 PR 2+741. Construcción de cunetas de 100 m.



Fotografías 109 y 110. Construcción de cunetas.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Hito 61 PR 11+714. Colocación de filtros.



Fotografía 111 y 112. Colocación de filtros.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Hito 61 PR 12+000.

Actividades realizadas en el periodo. Se realiza construcción de cunetas en el costado norte con una longitud de 150.0 m



Fotografías 113 y 114. Proceso de fundición de cunetas.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Sub-tramo 3.**Hito 62 PR 20 + 960. Prolongación alcantarilla.**

Actividades realizadas en el periodo. Se realiza prolongación de la alcantarilla con un diámetro interno $D=0.91\text{m}$.



Fotografías 115 y 116. Prolongación alcantarilla.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Actividades realizadas en el periodo. En este frente, se realiza la construcción de muros mayores y prolongación del Box Culvert.



Fotografías 117 y 118. Extensión de muros mayores y prolongación de Box Culvert.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Los temas pendientes a resolver por parte de la concesión, se pueden apreciar en el *Apéndice B, “Registro fotográfico y temas por resolver”*.

Seguimiento mes de abril y mayo.

Sub-tramo 1. Durante estos meses no hubo actuación en este tramo, en lo referente a estructuras hidráulicas, teniendo de presente que en la alcantarilla del PR 4 + 920 se solucionó el problema de erosión que se esperaba a un costado y se construyó la losa de concreto ciclópeo con protección en piedra pegada.

En las alcantarillas del PR 5 + 455 y alcantarilla del PR 6 + 455 se construyeron losas de concreto ciclópeo con protección en piedra pegada.

Sub-tramo 2.

Hito 60 (PR 0 + 000 al PR 9 + 900)



Fotografías 119 y 120. Alcantarilla PR 3 + 770.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realizó demolición de guardarruedas, muro cabezal y aletas de la alcantarilla ubicada en el PR 3+770. Además, se ejecuta excavación y nivelación de nivel de terreno para posterior colocación de la tubería del margen izquierdo de la alcantarilla.

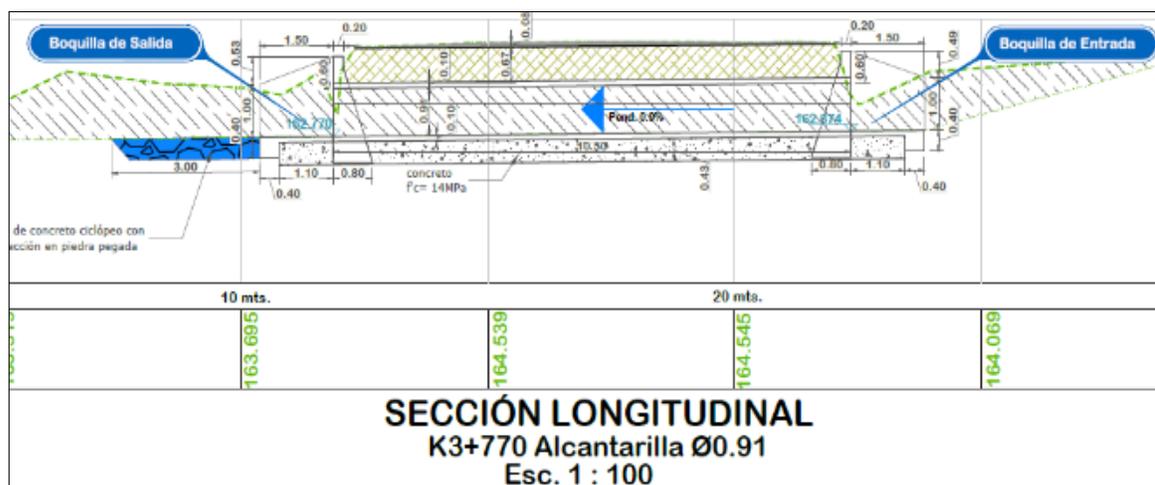


Figura 90. Alcantarilla PR 3+770.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Se realiza demolición de guardarruedas, muro cabezal y aletas de la alcantarilla ubicada en el PR 3+770, para reconstrucción de alcantarilla.



Fotografías 121 y 122. Excavación Alcantarilla PR 3+770.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se ejecuta excavación y nivelación de nivel de terreno para posterior colocación de la tubería del margen izquierdo de la alcantarilla.

Se realizó seguimiento a la construcción de cunetas de toda la transversal, se aclara, en los puntos donde se hizo intervención, llevando el paso a paso de todos los procesos dados, desde relleno, instalación de filtros, formaleteado y fundición, situando con especialidad los puntos de encole y descole, donde se hace aclaración al mejoramiento de estos. También se hizo visita en los frentes de obra, o tramos terminados, donde era necesaria la pronta corrección del conducto, pues en algunos casos se recomendó demolición de imposta, mejoramiento de descole, Apéndice de piedra pegada, manejo de reductores, agrietamientos en cunetas, entre otras patologías que se iban presentando, a los que el Concesionario dio pronta solución.

Instalación de cuneta PR 3+770 AL PR 4+000.

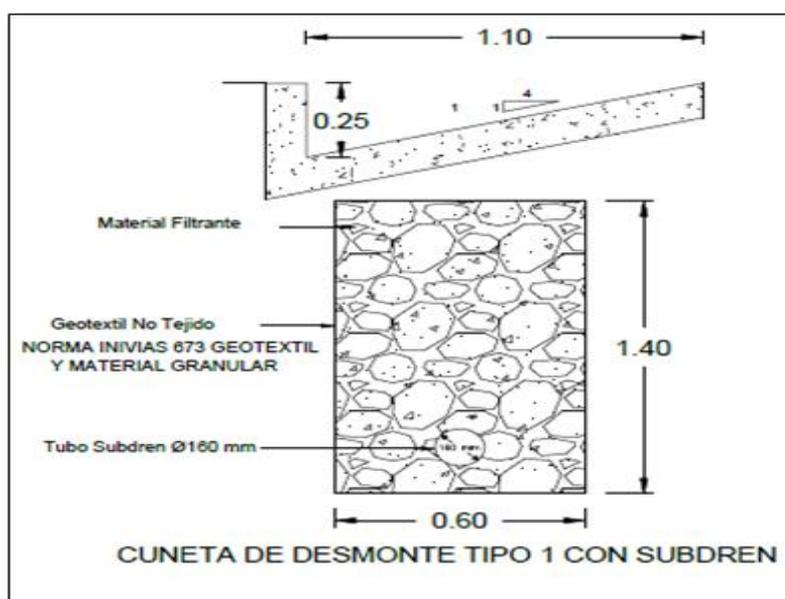


Figura 91. Instalación Cuneta.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Se hace énfasis sobre el cumplimiento de las normas de diseño, por lo que en la figura 91 se puede apreciar el tipo de cuneta construido en la transversal, manteniendo el diseño durante todos los hitos, donde se pudiese aplicar, salvo otros diseños que se presentan por las condiciones de la vía, diferentes a este tipo mencionado.

Hito 61 (PR9+900 al PR19+800).

Se instaló cunetas durante la sección comprendida desde el PR 10 + 038 hasta el PR 19 + 750, correspondiente al hito 61, en donde se verificó actuación de encole y descole, y se realice la observación necesaria para la corrección pedida, en donde se sugiere, demoler imposta, remover rocas, instalar rejillas, realizar limpieza interna, realizar mantenimiento, prolongar caja, arreglar encole, remover material, encausar agua, construir boca de lobo, colocar batería de alcantarilla, enrocado, entre otros.

Los puntos de obra que se referencian a continuación son:

PR 15 + 400 al PR 15 + 580

PR 16 + 120 al PR 16 + 300

PR 16 + 500 al PR 16 + 540

PR 17 + 000 al PR 17 + 190

PR 19 + 120 al PR 19+250

PR 17 + 000 al PR 17+250

PR 18 + 560 al PR 18+820

PR 15 + 400 al PR 15+580. Cunetas.



Fotografías 123 y 124. Vaciado de cunetas margen Derecha e izquierda.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Presentándose actividades como formaleta y vaciado de cunetas en el PR15 + 400 al PR 15+580 margen derecha e Izquierda, vaciado de concreto para construcción de cunetas margen izquierdo de la vía entre el PR 16 + 120 al PR 16 + 300, vaciado de concreto para construcción de cunetas margen izquierdo de la vía entre el PR 16 + 500 – PR 16 + 540, vaciado de concreto para construcción de cunetas margen derecho de la vía, entre el PR 17+ 000 – PR 17 + 190. En resumen, se avanzaba en varios puntos con casi la misma frecuencia, debido a que la parte constructora, CONSOL, contaba con varios capataces. Así aseguran el cumplimiento de metas al transcurrir de la obra.

Por otro lado, en este hito se trabajó en las alcantarillas, ubicadas en los PR 12 + 480, PR 12 + 715 y PR 15 + 404, donde se realiza intervención a Box Culvert existente.

Realizándose a la fecha de visita:

- Armado acero de refuerzo, formaleta y vaciado de aletas de alcantarilla PR 12 + 480 Margen Izquierda.
- Perfilado para instalación de formaleta para construcción de cunetas PR17 + 000 al PR 17+146, excavación para instalación de filtro.
- Formaleta y vaciado de cabezote de alcantarilla PR 12 + 715.
- Prolongación encole y descole Box Culvert PR15 + 404.

PR 12 + 480. Alcantarilla.



Fotografías 125 y 126. Alcantarilla PR 12+480.

Nota. Fuente: Autor (2016).

PR 15 + 404. Box Culvert.



Fotografías 127 y 128. Prolongación de Box Culvert.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografías 129 y 130. Construcción alcantarilla ubicada en el PR 3+925.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografías 131 y 132. Construcción de cunetas PR 3+770 al PR 4+000.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografías 133 y 134. Construcción de cunetas PR 16 + 120 al PR 16 + 690.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Vaciado de concreto para construcción de cunetas margen derecho de la vía entre el PR 16 + 120 – PR 16 + 690, en la fotografía se observa que el acabado de la cuneta fue dañado por pisada de vehículo y mascota, se recomendó levantar y reparar esta sección, el Concesionario realiza las reparaciones correspondientes. Igualmente se realizó la construcción de cunetas del PR 17+000 – PR 17+190.



Fotografías 135 y 136. Construcción de cunetas PR 19 + 100 al PR 19 + 280.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Vaciado de concreto para construcción de cunetas margen derecho de la vía, entre el PR 19 + 100 – PR 19 + 280. En la fotografía se observa que una de las secciones de la cuneta se dejó a medio fundir lo cual puede generar una junta fría al vaciar en nuevo concreto, se recomendó realizar demolición, a lo que el personal de calidad se comprometió a dar cumplimiento.

Actividades realizadas en el periodo. Instalación de filtro y construcción de cunetas.

Actividades pendientes por ejecutar. Instalación de defensas metálicas, instalación de filtro y construcción de cunetas desde el PR 16+470 hasta el 16+540, al margen izquierdo de la vía; igualmente resta por construir las cunetas del PR 19+280 hasta el 19+900 en ambos

márgenes de la vía, según diseño aprobado. Construcción de paraderos y refugios aprobados en los diseños.



Fotografías 137 y 138. Vaciado de concreto para construcción de dissipador de estructura de Box Culvert PR 20 + 179.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Sub-tramo 3.

Hito 62 (PR 19 + 800 AL PR 29 + 700). Se realizó seguimiento a la intervención en alcantarillas ubicadas en:

PR 20 + 055

PR 20 + 179

PR 20 + 227

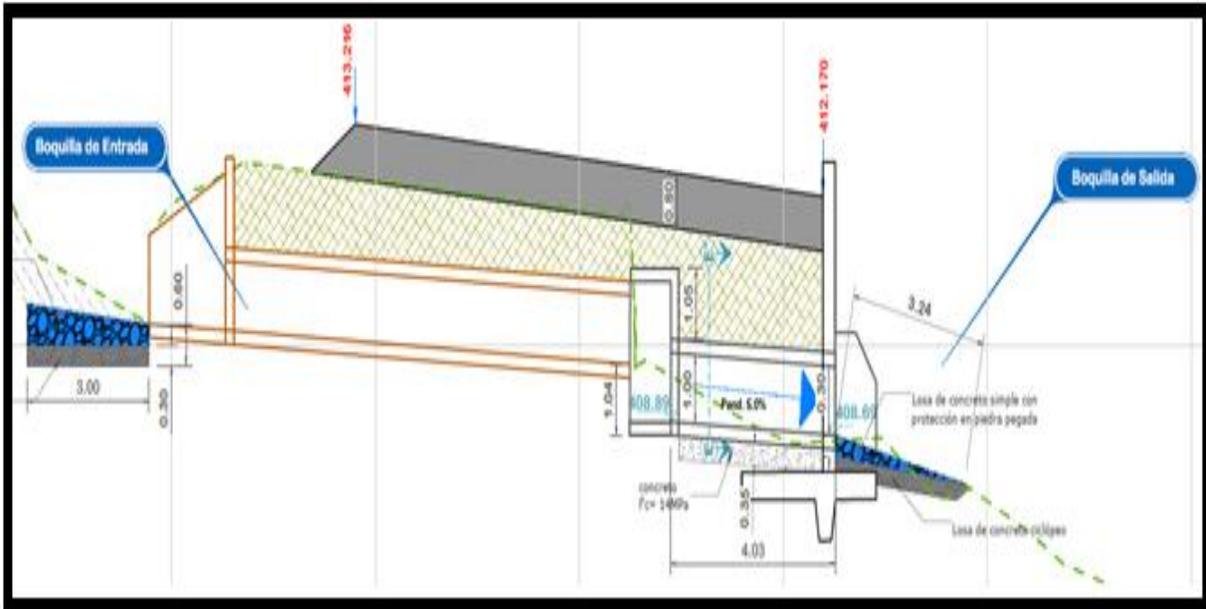


Figura 92. PR 20 + 179. Construcción disipadora de Alcantarilla.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

PR 20 + 179. Construcción disipador de Alcantarilla.



Fotografía 139. Construcción de Alcantarilla (Disipador)

Nota. Fuente: Autor (2016).

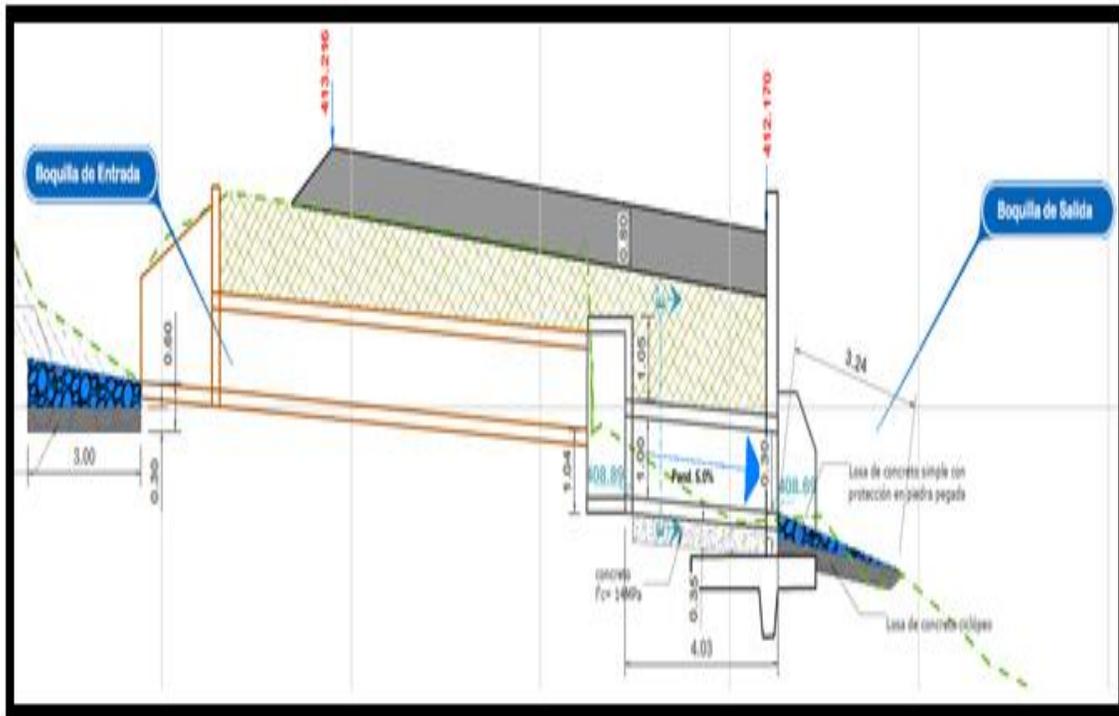


Figura 93. Esquema alcantarilla PR 20 + 179.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

Se resalta el diseño del dissipador a empleado en la alcantarilla del PR 20 + 179 del hito 62.



Fotografías 140 y 141. Prolongación Box Culvert PR 20+227.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Armado de acero de refuerzo y formaleta de aletas para prolongación de Box Culvert.

PR 20 + 055. Esquema Alcantarilla.

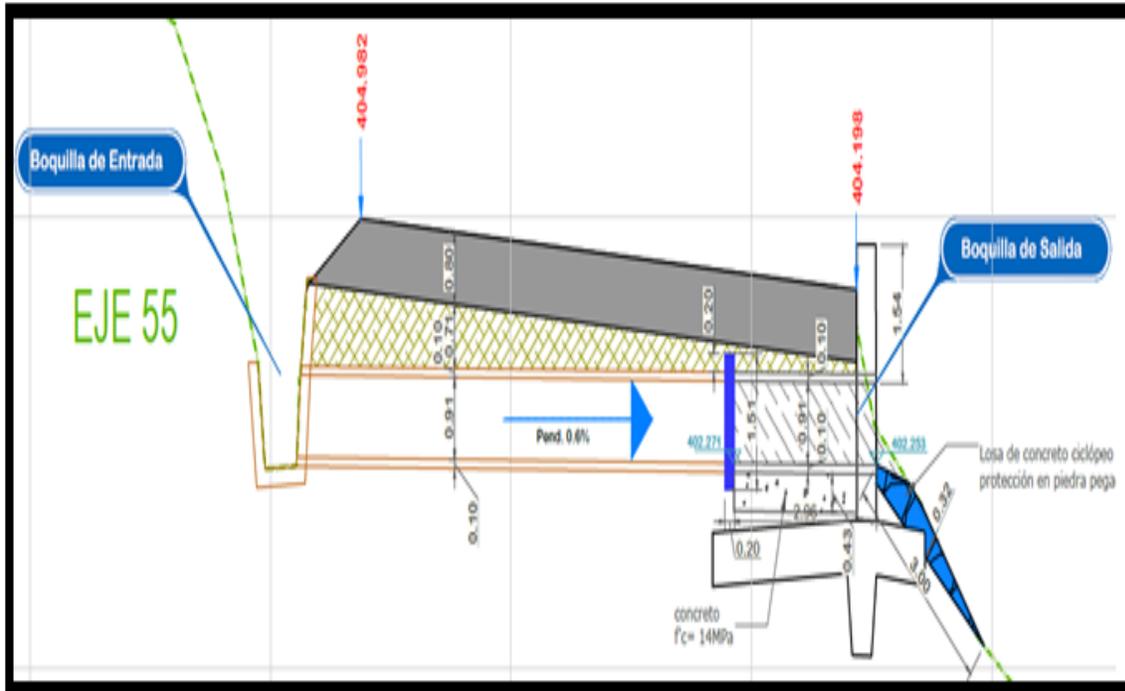


Figura 94. Esquema alcantarilla PR 20 + 055.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Fotografía 142. Desencofrada estructura de alcantarilla.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Construcción de alcantarilla con disipador falta estructura de piedra pegada para la entrega del descole.

PR 20 + 179. Prolongación Box Culvert.

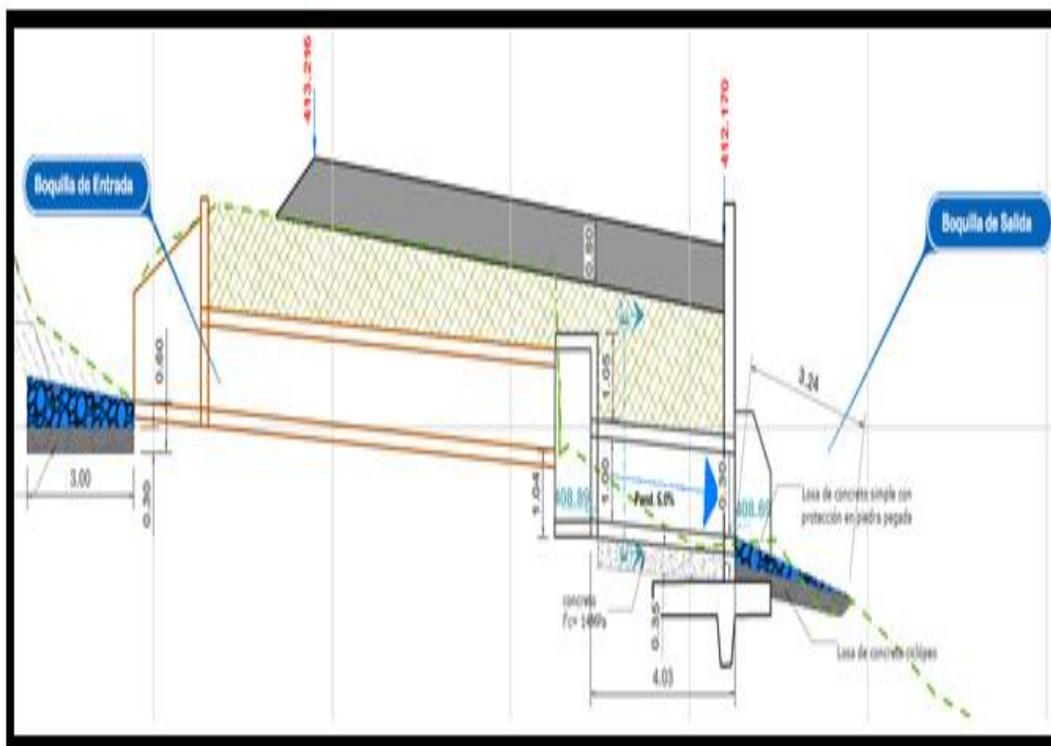


Figura 95. Esquema alcantarilla PR 20 + 179.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Fotografía 143. Prolongación Box Culvert.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Prolongación de Box Culvert PR 20 + 179, falta relleno y construcción de estructura de descole.

Seguimiento mes de junio.

Hito 60 (PR 0 + 000 al PR 9 + 900)

Alcantarilla PR 9 + 055.

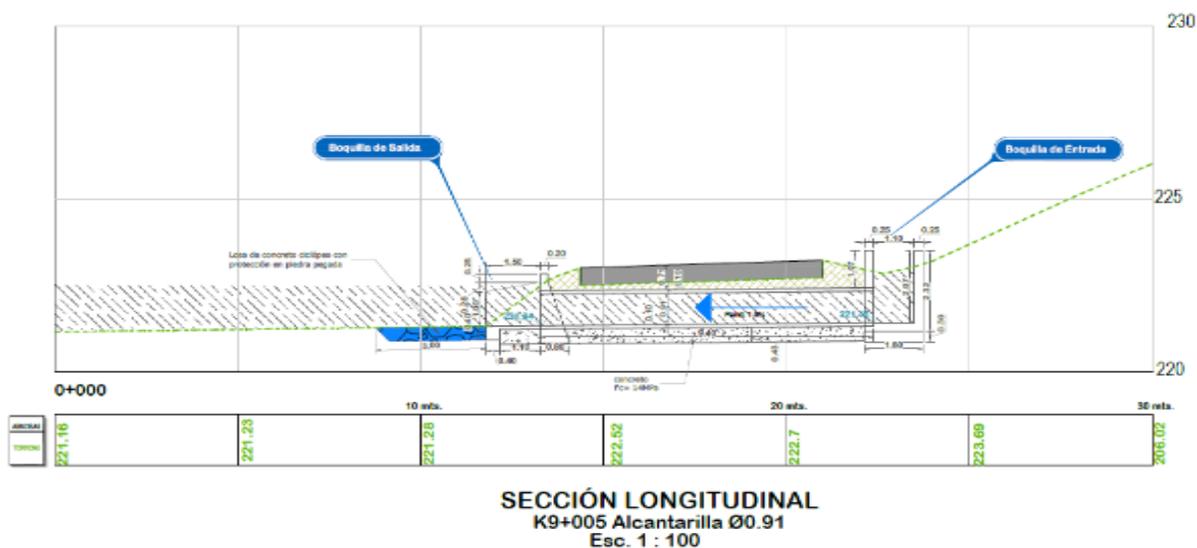


Figura 96. Sección Longitudinal Alcantarilla PR 9 + 05

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Fotografías 144 y 145. Alcantarilla PR 9 + 005

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realiza figurado de hierro aletas y muro cabezal margen izq. de la vía.

PR 15+405 – PR 15 + 420



Fotografías 147 y 148. Construcción de cunetas.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Adecuación de terreno para construcción de cunetas de la vía entre el PR 15+405–PR 15 + 420.



Fotografías 149 y 150. Segundo tramo de tercer carril. Vaciado atraque de Alcantarilla e instalacion de filtro.

Nota. Fuente: Autor (2016).

3.1.3. Coordinar, junto con un equipo de trabajo los procesos y actividades relacionadas con la medición, pruebas, evaluación y verificación de procedimientos, intervenciones y desempeño del Concesionario en el área técnica durante la pre-construcción, construcción, en la operación y mantenimiento, así como durante la conclusión del contrato de Interventoría.

3.1.3.1 Trabajos iniciales de campo y laboratorio desarrollados en la transversal.

Inspección detallada del proyecto. Durante la visita realizada al sitio, se recorrieron los diferentes tramos que involucra el proyecto, con el fin de observar entre otros aspectos el estado general del pavimento, las condiciones geométricas actuales, entre otros aspectos que resultan relevantes para el proyecto. Se resumen a continuación los principales aspectos apreciados en el recorrido.

Sub-tramo 1.

Los hitos 56 y 57, localizados en la zona baja del río Magdalena, se construirán en la mayor parte en terraplén, por lo tanto, los tramos de pavimento existente quedarán muy por debajo de la estructura nueva, sin tener influencia sobre esta. Aunque en este sector están definidas las acciones a realizar, se llevó a cabo la inspección con el fin de obtener un conocimiento general del proyecto, además de detectar eventos particulares que fueran relevantes para la estabilidad del tramo.



Fotografía 151. Tramo sobre la ciénaga en el río Magdalena.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En el inicio del Hito 56 se aprovecharon los cortes existentes para observar el tipo de suelo que conforma la subrasante en el sector, como se observa en la fotografía 151.



Fotografía 152. Suelos típicos en el inicio del Hito 56.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

El pavimento en el Hito 58, presenta tramos llegando hacia Aguachica en donde se han realizado tratamientos superficiales, como se observa en la fotografía 153.



Fotografía 153. Tratamiento superficial en el Hito 58.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011)

En el resto del tramo se observa una estructura más robusta, con una capa en concreto asfáltico del orden de 3 a 4 pulgadas.

El tramo que se aprovechará tiene una longitud del orden de 8 Km, los cuales están contruidos sobre un terraplén de baja altura, con excepción del tramo llegando a Gamarra en donde se eleva la rasante porque se entra en terrenos bajos del valle inundable del río Magdalena.

En cuanto al pavimento, se observa un estado general por fallas que puede considerarse entre regular y bueno, con presencia de fallas de tipo fisuras de borde, asociadas a la falta de confinamiento, cambios de humedad y falta de mantenimiento; se observan fallas puntales de tipo estructural como deformaciones y agrietamientos en piel de cocodrilo, pero no se presentan zonas de deterioro grave.



Fotografías 154 y 155. Estado del pavimento Gamarra – Aguaclara.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En la tabla 53 puede encontrarse la sectorización del proyecto, según el tipo de cimentación. Sin embargo, conviene destacar en este punto que para la materialización tanto de los cortes como de los terraplenes de todo el proyecto se considera un CBR de subrasante del 15%.

Tabla 53.

Tabla resumen sectorización por tipo de cimentación.

	PR Inicial	PR Final	Tipo de cimentación	Observaciones
Hito 56	0+000	0+130	Terraplén	Nueva construcción, aprovechando en tramos, un trazado existente.
	0+130	0+175	Corte	
	0+175	0+320	Terraplén	
	0+320	0+350	Corte	
	0+350	0+450	Terraplén	
	0+450	0+560	Corte	
	0+560	1+130	Terraplén	
	1+130	1+270	Corte	
	1+270	1+420	Terraplén	
	1+420	1+470	Corte	
	1+470	2+020	Terraplén	
	2+020	2+100	Corte	
	2+100	2+245	Terraplén	
	2+245	2+800	Corte	
	2+800	2+870	Terraplén	
	2+870	3+210	Corte	
3+210	3+455	Terraplén		
3+455	3+565	Corte		

“Tabla 53” “Continuación”

	PR Inicial	PR Final	Tipo de cimentación	Observaciones
Hito 56	3+830	3+870	Corte	
	3+870	3+960	Terraplén	
	3+960	4+020	Corte	
	4+020	8+945	Terraplén	
Hito 57	0+000	0+825	Terraplén	Nueva construcción
	0+825	0+975	Corte	
	0+975	1+840	Terraplén	
	1+840	1+915	Corte	
	1+915	5+863	Terraplén	
Hito 58	0+000	8+149	Terraplén	Aprovechamiento de la carretera existente
Hito 59	8+149	9+035	Terraplén	Nueva construcción,
	9+035	9+580	Corte	excepto tramos entre
	9+580	9+940	Terraplén	15+570-15+830 y
	9+940	10+215	Corte	16+050 a 16+200
	10+215	10+345	Terraplén	donde se aprovechará
	10+345	10+550	Corte	la vía existente.
	10+550	12+950	Terraplén	
	12+950	13+140	Corte	
	13+140	14+250	Terraplén	
	14+250	14+390	Corte	
	14+390	16+230	Terraplén	

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Investigación geotécnica. Con el fin de determinar las características geotécnicas del subsuelo a lo largo de los tramos en estudio, se realizaron varias campañas de exploración con apiques y sondeos y ensayos de campo y laboratorio.

Ensayos de laboratorio. De acuerdo con los requerimientos de la normativa del INVIAS, se estableció el programa de ensayos para las muestras representativas obtenidas de los apiques, dependiendo del tipo de suelo natural o material de construcción al que corresponda.

En la presente la recopilación del tipo de ensayo realizado de acuerdo con lo establecido en la Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras.

Tabla 54.

Ensayos requeridos de acuerdo con INVIAS.

CAPA	TIPO DE ENSAYO	NORMA INV
Subrasante, capas granulares	Ensayos de constitución	
	Humedad	E122
	Densidad	E142/161/164
	Gradación	E123/213
	Plasticidad	E125/126
	Equivalente de arena	E133
	Desgaste (base y Subbase)	E218
	Ensayos de resistencia o de respuesta	
	CBR inalterado (subrasante)	E148
Capas asfálticas	Ensayos de constitución	
	Densidad	E733/734
	Composición volumétrica	E736
	Contenido de asfalto	E732
	Granulometría del agregado	E782

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Adicionalmente a estos ensayos, se realizará un ensayo de Módulo Resiliente para cada cantera de material de relleno, es decir, para la cantera de Guajirita y la para la de Mosquito 2. Los resultados de estos ensayos, se aportan en el *Apéndice D*, “*Resultado ensayos de laboratorio*”, del documento.

Perfiles estratigráficos. Los perfiles pueden apreciarse en el *Apéndice D*, “*Resultado ensayos de laboratorio*”, donde se desglosan por hitos, representando los resultados hallados en cada uno.

Espesores promedio. Con base en los resultados de la exploración geotécnica, en tabla 55 se muestran los espesores de pavimento en cada apique.

Tabla 55.

Espesores de pavimento.

APIQUE	ABSCISA	CAPA ASFÁLTICA	MATERIAL GRANULAR 1	MATERIAL GRANULAR 2
AN58-1	K0+520	0,10	0,25	0,25
AN58-2	K1+200	0,10	0,25	0,25
AN58-3	K1+620	0,06	0,25	0,25
AN58-4	K2+320	0,09		0,30
AN58-5	K2+720	0,04	0,23	0,23
AN58-6	K3+320	0,05	0,22	0,16
AN58-7	K4+120	0,10		0,20
AN58-8	K4+520	0,05	0,15	0,15
AN58-9	K4+920	0,05	0,15	0,15
AN58-10	K5+300	0,05	0,22	0,23
AN58-11	K5+800	0,08	0,22	0,25
AN58-12	K6+320	0,10	0,20	0,20
AN58-13	K6+820	0,10	0,20	0,20
AN58-14	K7+320	0,08	0,20	0,20
AN58-15	K7+820	0,08	0,20	0,20
AN59-1	K15+140	0,20	0,30	
AN59-2	K16+140	0,20		0,30

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Medición de deflexiones. Se llevaron a cabo mediciones de deflexión utilizando un deflectómetro de impacto FWD, con puntos cada 20 metros por carril de manera que se tienen datos cada 10 m. Se realizaron las correcciones correspondientes por carga y temperatura.

(Badillo, 1995)

Tabla 56.

Rangos de comportamiento en pavimentos flexibles.

Tipo de Base	Condición	d_0 (μm)	ICS (μm)	IDB (μm)	ICB (μm)
Granular	Buena	< 500	< 200	< 100	< 50
	Regular	500 - 750	200 - 400	100 - 200	50 - 100
	Mala	> 750	> 400	> 200	> 100
Cementada	Buena	< 200	< 100	< 50	< 40
	Regular	200 - 400	100 - 300	50 - 100	40 - 80
	Mala	> 400	> 300	> 100	> 80
Bituminosa	Buena	< 400	< 200	< 100	< 50
	Regular	400 - 600	200 - 400	100 - 150	50 - 80
	Mala	> 600	> 400	> 150	> 80

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

La deflexión central admisible para las vías en estudio, está dada por la siguiente expresión de la AASHTO:

$$\delta_{adm} = 63,735 * N^{-3077}$$

Para $N = 12,9$ millones $\square \delta_{adm} = 400$ micrones

Sub-tramo 2. Los hitos 60 y 61, iniciando en el PR 0+000 hasta PR 19+800, tienen una pendiente uniforme. El recorrido realizado tenía como objetivo tener conocimiento de las acciones a realizar, complementando la auscultación que ya se había realizado por medio de apiques y deflectómetro de impacto (FWD). Con la auscultación visual se detalló el comportamiento actual de la estructura y se detectaron sitios puntuales donde se requiere reforzar el pavimento existente, con el fin de garantizar la estabilidad del tramo.

Se resumen a continuación los principales aspectos apreciados en el recorrido.

En el Hito 60 se realizó la inspección visual desde el inicio del Hito 60, del PR 0+000 al PR 0+220. Dicho tramo si forma parte de la intervención a efectuar. Sin embargo, no se realizó la inspección visual del PR 0+220 al PR 2+145, ya que dicho tramo quedaría convertido en la travesía de Villa de San Andrés y estaría fuera del alcance de las actuaciones propuestas. No obstante, conviene destacar que para este tramo de vía entre el PR 0+220 y el PR 2+145, que se convertirá en el acceso a la localidad de Villa de San Andrés una vez se construya la variante, sí está previsto y contemplado en el Apéndice Técnico realizar operaciones de rehabilitación consistentes en el fresado de 4 cm. y reposición de esos mismos 4 cm con mezcla asfáltica en caliente con polímero en 940 m de su longitud total, repartidos en lo que se convertirán en los accesos oriental y occidental de Villa de San Andrés.(Estudio geotécnico para el diseño del pavimento, 2011) .

A partir del PR 2+145 se hizo el recorrido detallado, registrando los daños puntuales que se observaron en el tramo. De esta forma, se empezaron a encontrar patologías a partir del PR 3+660 carril izquierdo hasta PR 4+400 aproximadamente, hallando fisuras longitudinales en el centro de carril severidad media; piel de cocodrilo (PC) severidad media a alta; fisuras transversales (FT) severidad alta; fisuras en bloque (FB) severidad alta, desgaste superficial de la carpeta severidad baja. A partir de allí y hasta el PR 8+865 no se encontraron patologías importantes, teniendo en cuenta que en la mayor parte del Hito 60 se instaló hace alrededor de 6 meses una sobre-carpeta, hasta el final del hito en el PR 9+900. Finalmente, se hallaron algunas fallas puntuales, para las que en el capítulo de diseño se definen las actuaciones que allí se implantarán.



Fotografía 156. Daños que se presentan en zonas puntuales del Hito 60.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Fisuras transversales, longitudinales, piel de cocodrilo, exudación entre los más representativos.

En el Hito 61, continuando con el abscisado y hasta el PR 11+725 aproximadamente, se hallaron pocas patologías, esto debido a que hasta allí se instaló la sobrecarpeta mencionada en el apartado anterior. A partir de este PR y hasta el PR 17+775, la carpeta presenta un deterioro severo, encontrando como la patología más típica, la piel de cocodrilo, evidencia de la pérdida de serviciabilidad no sólo de la capa asfáltica, sino de capas subyacentes, por lo que este tramo deberá fresarse como mínimo un espesor de 5cm, instalando una sobrecarpeta del mismo espesor, no sin antes analizar detalladamente los apiques y deflectometría ejecutados dentro de la auscultación realizada este tramo, para determinar qué tan afectadas pueden estar las capas subyacentes y si las mismas soportarán las solicitudes del tráfico para el cual se está diseñando.

Desde el PR 17+775 al PR 19+315, el pavimento presenta tramos en los que se han realizado tratamientos superficiales.



Fotografías 157 y 158. Daños que se presentan en zonas puntuales del Hito 61.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Desde fisuras transversales, longitudinales, piel de cocodrilo, exudación entre los más representativos.



Fotografía 159. Tratamiento superficial en el Hito 61.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Espesores de pavimento. Como resultado de la exploración geotécnica a partir de los apiques se determinaron los espesores de las diferentes capas de pavimento, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 57.

Espesores de pavimento Hito 60.

Capa	Capa Asfáltica	Base Granular	Subbase Granular	Rellenos
K0+063	0,13	0,60		0,30
K0+163	0,16	0,30	0,30	0,30
K2+663	0,13	0,30	0,30	0,30
K3+163	0,13	0,28	0,29	0,30
K3+563	0,15	0,15	0,17	0,30
K4+063	0,21	0,06	0,60	
K4+563	0,15	0,25	0,17	0,30
K5+063	0,12	0,19	0,10	0,20
K5+563	0,17	0,30	0,25	0,30
K6+063	0,14	0,12	0,25	0,30
K6+563	0,13	0,22	0,26	0,30
K7+063	0,16	0,25	0,20	0,30
K7+563	0,15	0,45	0,15	0,30
K8+063	0,15	0,30	0,40	0,00
K8+563	0,13	0,3	0,3	0,3
K9+020	0,08	0,28	0,06	0,30
K9+520	0,20	0,83		0,00
Promedio	0,15	0,30	0,25	0,26

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Tabla 58.*Espesores de pavimento Hito 61.*

Capa	Capa Asfáltica	Base Granular	Subbase Granular	Rellenos
K10+020	0,15	0,16	0,37	0,30
K10+520	0,20	0,13	0,10	1,07
K11+020	0,16	0,15	0,25	0,30
K11+520	0,20	0,18	0,30	0,82
K12+020	0,10	0,13	0,32	0,3
K12+520	0,23	0,15	0,2	0,3
K13+020	0,20	0,15	0,25	0,3
K13+535	0,06	0,12	0,25	0,3
K14+035	0,09	0,14	0,31	0,3
K14+535	0,20	0,15	0,15	0,3
K15+030	0,23	0,15	0,14	0,3
<i>“Tabla 58” “Continuación”</i>		0,14	0,18	0,3
		0,13	0,2	1,12
K16+530	0,06	0,18	0,26	0,3

K17+030	0,18	0,12	0,2	0,3
K17+535	0,10	0,15	0,59	0,66
K18+025	0,19	0,08	0,2	0,3
K18+525	0,17	0,26	0,47	
K19+025	0,18	0,15	0,27	0,3
K19+530	0,12		0,23	0,3
Promedio	0,16	0,15	0,26	0,43

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Sub-tramo 3.



Fotografía 160. Sector del Hito 62 en donde se han hecho reparaciones.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).



Fotografía 161. Estado típico del pavimento en el Hito 63.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Espesores de pavimento. Como resultado de la exploración geotécnica se determinaron los espesores de las diferentes capas de pavimento, cuyos resultados se ilustran a continuación.

Tabla 59.

Espesores de pavimento Hito 62.

Capa Abscisa	Capa Asfáltica	Material Granular 1	Material Granular 2
K20+035	0,10	0,07	0,18
K20+635	0,16	0,20	
K21+035	0,18	0,13	
K22+035	0,16	0,34	
K22+635	0,18	0,35	
K23+035	0,16	0,20	0,24
K23+535	0,11	0,18	
K24+115	0,15	0,00	0,25
K24+630	0,13	0,27	
K25+130	0,27	0,22	0,25
K25+630	0,10	0,00	0,13
K26+150	0,16	0,10	
K26+835	0,22	0,13	
K27+135	0,05	0,15	
K27+835	0,07	0,13	
K28+535	0,05	0,18	
K29+115	0,08	0,07	
K29+635	0,08	0,15	0,60

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

El recorrido realizado tenía como objetivo tener conocimiento de las acciones a realizar, complementando la auscultación que ya se había realizado por medio de apiques y deflectómetro de impacto (FWD). Con la auscultación visual se detalló el comportamiento actual de la estructura y se detectaron sitios puntuales donde se requiere reforzar el pavimento existente, con el fin de garantizar la estabilidad del tramo. En el Hito 62 (PR 19+800 a PR 29+700) se presentan fallas estructurales severas. Sin embargo, se están realizando trabajos de reparación del

pavimento en varios frentes en donde se fresan 5 cm y se coloca una sobrecarpeta de 8 cm, en zonas que abarcan uno o los dos carriles, en largas longitudes.

Tabla 60.

Espesores de pavimento Hito 63.

Capa Abscisa	Capa Asfáltica	Material Granular 1	Material Granular 2
K30+035	0,08	0,18	0,55
K0+500	0,08	0,22	0,44
K30+890	0,05	0,15	0,30
K31+230	0,07	0,15	0,20
K31+630	0,06	0,15	0,15
K32+423	0,06	0,15	0,25
K31+390	0,06	0,20	0,25
K33+423	0,07	0,11	0,25
K33+823	0,07	0,13	0,18
K34+723	0,04	0,25	0,25
K34+825	0,08	0,16	0,30
K34+923	0,08	0,15	0,30
K35+323	0,11	0,17	0,30
K36+232	0,21	0,21	0,30
K36+622	0,20	0,23	0,28
K37+098	0,23	0,27	0,30
K37+520	0,23	0,24	0,30
K37+960	0,22	0,27	0,30
K38+520	0,23	0,26	0,30
K39+020	0,30	0,14	0,30
K39+420	0,22	0,25	0,30
K39+729	0,31	0,13	0,30
K40+120	0,35	0,00	0,25
K40+518	0,30	0,00	0,10
K40+918	0,25	0,10	0,00
K41+318	0,24	0,00	0,10
K41+818	0,18	0,00	0,25
K42+318	0,22	0,08	0,25

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

En el Hito 63, entre el PR 29+700 y el PR 42+570 (Río de Oro) se llevaron a cabo obras de rehabilitación con reemplazo de estructuras en tramos largos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar que entre las abscisas PR 20+000 y PR 27+200 aproximadamente, el espesor de capas asfálticas es en promedio de 0,16 m con algunas zonas puntuales de espesor mayor a 0,20. Los materiales granulares de apoyo tienen un espesor promedio del orden de 0,29 m. A partir de la abscisa PR 27+200 hasta el PR 29+700, final del hito, el espesor de capas asfálticas es en promedio de 0,06 m y los granulares de apoyo de 0,13m. (Estudio geotécnico para el diseño de pavimento, 2011)

Selección fuentes de materiales. Como resultado del reconocimiento sobre la información cartográfica (Planchas IGAC Escala 1:25000), apoyada con imágenes satelitales (fuente Google Earth ® - Años: 1969, 2000 y 2009) y restitución topográfica a partir de ortofotografías de la faja del corredor elaborados por esta consultoría (Año 2013) para la identificación inicial de depósitos explotables de materiales aptos para ingeniería en la zona de influencia directa del proyecto.

Se efectuó la siguiente selección tomando como base inicial, el reconocimiento previo de áreas con autorización temporal y placa minera adyacentes y/o sobre el trazado vial del proyecto, así como las áreas potenciales a partir de la información disponible.

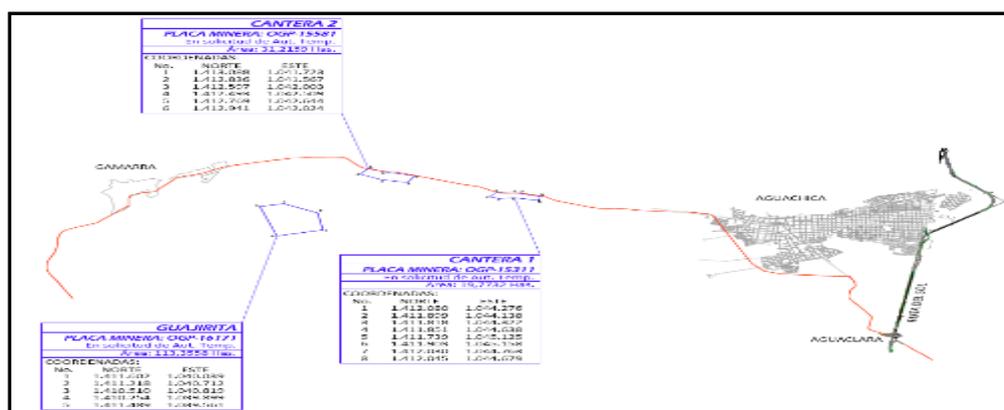


Figura 98. Áreas con autorización temporal de Concesionaria Ruta del Sol sobre corredores de proyecto.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

Adicionalmente se han explorado otras zonas cercanas al proyecto, evidenciando que se encuentran allí materiales con uso potencial para la construcción de las capas que conforman la estructura de pavimento. Dentro de ellas, se encuentran QUEBRADA PERALONSO (Quebrada Peralonso 1 localizada en la vereda El Jagüil y San Pedro, en el municipio de Río de Oro, en la quebrada que tiene el mismo nombre, a la altura del PR 11+400, de la Ruta 7007 en el tramo vial comprendido entre el Claras y la Población de Río de Oro del proyecto vial Transversal Río de Oro). MOSQUITO 1 y MOSQUITO 2 (localizada en la vereda Puerto Mosquito, en el municipio de Gamarra), de las cuales se presenta su localización aproximada (Ver Figura 99).

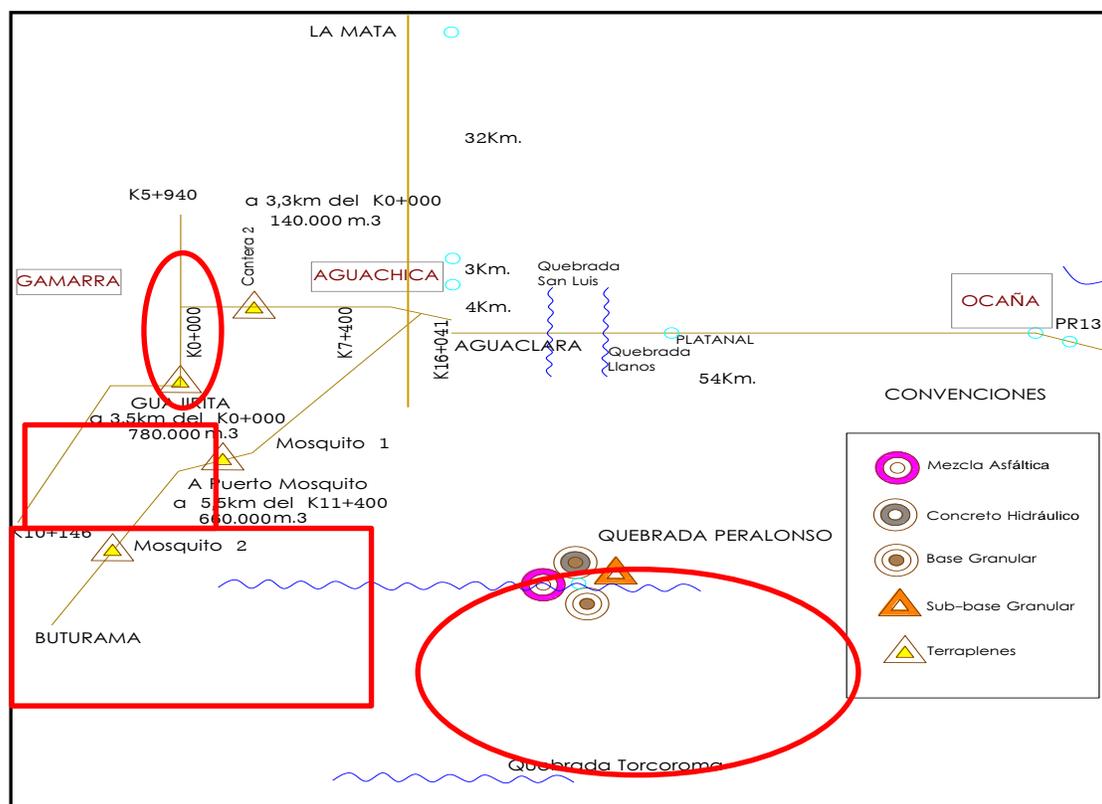


Figura 99. Detalle de la localización de las fuentes.

Nota. Fuente: Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL (2011).

La caracterización de fuentes de materiales, en cuanto al análisis petrográfico, ubicación, topografía y CBR, se pueden observar en el *Apéndice D, “Resultados ensayos de laboratorio”*.

3.1.3.2. Análisis de resultados obtenidos en los estudios iniciales. Con base en los resultados del estudio deflectométrico, se pueden definir sectores de comportamiento homogéneo, los cuales se describen a continuación:

- K0+000 a K2+600: Se tiene una deflexión central promedio de 354 micrones, inferior a la admisible. El índice de curvatura califica como regular, mostrando rigidez media en las capas asfálticas, mientras que los índices de daño de la base y la subrasante califican como buenos.

- K2+600 a K3+500: La deflexión central es en promedio de 576 micrones que es superior a la admisible. Los índices de forma del cuenco califican como regulares, mostrando rigidez media en las capas del pavimento, sin embargo, el ICB que refleja el comportamiento de la subrasante muestra valores bajos.

- En el hito 60, en los dos sectores homogéneos en donde se realizó la toma de núcleos, se encuentra que las fisuras abarcan todo el espesor de la capa asfáltica en donde estos son bajos, confirmando que se trata de fallas por fatiga del pavimento.

- Los núcleos tomados en el hito 61, en el sector homogéneo entre el PR 11+990 y el PR 17+800 muestran como las fisuras abarcan todo el espesor y los especímenes se desintegran al sacarlos, mostrando que la mezcla ha perdido totalmente su resistencia y se comporta como un

material granular sin cohesión, lo cual es concordante con lo que se refleja superficialmente con la presencia de fallas tipo piel de cocodrilo y una respuesta deflectométrica deficiente.

- Observando el comportamiento de la deflexión central dos sectores homogéneos marcados entre el PR 19+800 y el PR 27+500 en donde los valores son menores a la deflexión admisible de 400 micrones, con algunos puntos por encima, pero que no coinciden con una variación especial de la estructura o del estado superficial.

- En cuanto a los resultados para los parámetros de forma del cuenco de deflexiones, la variación de los índices para las capas asfálticas y granulares coinciden con la variación de la deflexión, con un comportamiento que se puede calificar como bueno a regular para el primer sector definido entre el PR 19+800 y el PR 27+200.

3.1.3.3. Mediciones, ensayos y verificaciones realizadas por la Interventoría.

Seguimiento mes de febrero y marzo.

La Interventoría realizó una serie de mediciones, ensayos y verificaciones de ciertas actividades específicas, mediante los cuales se confirmaba el cumplimiento del contrato de concesión.

Ensayos de Laboratorio. La Interventoría ejercida por el Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar, contrató a la firma GIPSAS, para realizar los ensayos de laboratorio a los materiales y las

obras del Tramo 8, Transversal Rio de Oro – Aguaclara – Gamarra, para este mes de febrero de 2016, correspondientes a:

Tabla 61.

Muestras programadas para el Tramo 8.

Gipsas		REPORTE DIARIO DE ACTIVIDADES															
FECHA:		04/02/2016		PROYECTO:			RUTA DEL SOL - TRANS. RIO DE ORO - AGUACLARA - GAMARRA			RUTA NACIONAL:		4514-4515		CONSECUTIVO:		007	
ITEM	ACTIVIDAD	PROCEDENCIA	LOCALIZACION	SECTOR	HITO	TRAMO	LOTE EVALUADO		OBSERVACIONES								
							PR INICIAL	PR FINAL									
1	TOMA DE NUCLEOS DE ASFALTO.	CENTRO INDUSTRIAL BESOTES	CALZADA UNICA	NORTE	61	VIII	16+600	17+000	SE TOMO MUESTRA DE LA CARPETA ASFALTICA. ESPESOR PROMEDIO 70 mm.								
2	TOMA DE NUCLEOS DE ASFALTO.	CENTRO INDUSTRIAL BESOTES	CALZADA UNICA	NORTE	61	VIII	13+000	12+450	SE TOMO MUESTRA DE LA CARPETA ASFALTICA. ESPESOR PROMEDIO 79.8 mm.								

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011)

Tabla 62.

Reporte de Actividades de Ensayos y Muestras realizadas para el Tramo-8- 12 Y 26 de febrero de 2016.

Fecha de toma	N° de muestra	Material	Procedencia cantera	Sector	Localizacion	Ensayos/ Norma	Fecha de elaboracion
						GRANULOMETRIA INV-E 213-07	12/02/2016 12/02/2016
						HUMEDAD INV-E 122-07	16/02/2016
						LIMITES DE CONSISTENCIAS INV-E 125/12607	11/02/2016
04/02/2016	138	MATERIAL GRANULAR PARA TERRAPLEN Y CORONAS	CANTERA PERALONSO	NORTE	HITO 58 TRAMO VIII PR5+480	DENSIDAD MAXIMA LAB. (Proctor) INV-E 142-07	11/02/2016
						GRAVEDA ESPECIFICA BULK INV-E 223-07	16/02/2016
						CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA POR IGNICION INV-E 121-07	26/02/2016

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011)

Los ensayos se realizaron en las Plantas ubicadas en el Sector 2 – Troncal, Planta Besotes y Torcoroma, las cuales suministran los materiales para la Transversal, mientras se termina la planta y comienza la operación que está ubicada dentro de Tramo 8, la cual está ubicada en el PR 14 de la Ruta Nacional 7007, Sub-tramo 2, Hito 61.

Teniendo en cuenta lo anterior, se mostró el reporte de las actividades realizada para las muestras de los ensayos y extracciones programadas y realizadas:

En cuanto a la toma de muestras en campo no fue posible la toma de densidades o extracción de núcleos, sin embargo, se tomaron muestras en la Cantera Peralonso, a las cuales

se les realizó granulometrías, humedad, límites de Atterberg, densidad máxima lab, gravedad específica y contenido de materia orgánica como se muestra a continuación:

Tabla 63.

Cantera Peralonso.

 <small>SERVINC R&Q</small> <small>SERVICIOS DE INGENIERIA INGENIERIA</small> <small>CONSORCIO PROYECCION VIAL PUERTO SALGAR</small> <small>NIT 900489160-4</small>					VERIFICACIÓN RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO					<small>Código: PR-TE-02-01-FR-PI/PS-93</small> <small>Versión: 01</small> <small>Fecha: 17-ENE-2014</small>	
RUTA DEL SOL II					Ensayos realizados por: <u>CONSORCIO PROYECCION VIAL PUERTO SALGAR</u>					Correspondientes a (Mes y Año): FEBRERO DE 2016	
Ensayo realizado	Fecha de realización	Localización (PR o sitio)	Hito	Tramo	Cape o material ensayado	Resultado obtenido	Requisitos de la Norma	Norma aplicable	Cumple		Observaciones
									Si	No	
Granulometria y limites	12/02/2016	Cantera Peralonso	H58	8	Material Granular para Terraplenes y coronas	NL-NP	NL-NP	213	X		
Humedad	12/02/2016	Cantera Peralonso	H58	8	Material Granular para Terraplenes y coronas	NL-NP	NL-NP	122	X		
Limites de Consistencia	16/02/2016	Cantera Peralonso	H58	8	Material Granular para Terraplenes y coronas	NL-NP	NL-NP	125/126	X		
Densidad Maxima Lab.	11/02/2016	Cantera Peralonso	H58	8	Material Granular para Terraplenes y coronas	NL-NP	NL-NP	142	X		
Gravedad Especifica Bulk	16/02/2016	Cantera Peralonso	H58	8	Material Granular para Terraplenes y coronas	NL-NP	NL-NP	223	X		
Contenido de Materia Organica	26/02/2016	Cantera Peralonso	H58	8	Material Granular para Terraplenes y coronas	NL-NP	NL-NP	121	X		
Nombre: ING. CAMILO PAEZ ING. GUSTAVO ROMERO					Cargo: RESIDENTE TECNICO RESIDENTE TECNICO			Firma:			

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011).

Sobre los ensayos realizados por la Interventoría como método de verificación del cumplimiento de normas y especificaciones por parte del Concesionario, se puede concluir que los resultados de las muestras aleatorias tomadas cumplen con los requisitos establecidos en el contrato de concesión. En el *Apéndice D, "Resultados ensayos de laboratorio"* se adjunta el informe de laboratorios y los detalles de los ensayos y muestras realizadas tanto para la Troncal como para la Transversal.

Hito 62. Acompañamiento ensayos contratista. Se realizó el acompañamiento por parte de la Interventoría a los ensayos realizados por parte de la concesionaria los días 24 y 25 de febrero del año en curso. Se realizó ensayo de deflectometría con viga Benkelman entre los K 17 + 330 hasta K 16 + 590 (Pavimento rehabilitado) con avance hacia menores en calzada derecha y calzada izquierda, toma de datos cada 50 metros a temperatura óptima para realizar el ensayo.



Fotografías 162, 163, 164 y 165. Calibración del equipo para toma de datos, carga de camión 18000 Lbs y lectura de deflexión.

Nota. Fuente: Autor (2016).



Fotografías 166, 167, 168 y 169. Toma de densidades, humedad con densímetro nuclear y deflectometría con viga Benkelman en capa de Subbase granular en el K 20 + 760.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Perforación para colocación del equipo y entrada de datos al densímetro y lectura de densidad de compactación se libera entre 98 y 100 % de la densidad del proctor modificado de laboratorio.

Seguimiento mes de marzo y abril.

Ensayos de laboratorio. La Interventoría ejercida por el Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar, contrató a la firma GIPSAS, para realizar los ensayos de laboratorio a los materiales y las obras del Tramo 8, Transversal Rio de Oro – Aguacalara – Gamarra, para este mes de marzo de 2016, se realizaron los ensayos que se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 64.*Muestras programadas para el Tramo 8.*

 REPORTE DE ACTIVIDADES A EJECUTAR										
FECHA:	MARZO DE 2016	PROYECTO:	RUTA DEL SOL - TRANS. RIO DE ORO - AGUACLARA - GAMARRA			RUTA NACIONAL:	7006-7007	CONSECUTIVO:	015	
ITEM	ACTIVIDAD	PROCEDENCIA	LOCALIZACION	SECTOR	HITO	TRAMO	LOTE EVALUADO		OBSERVACIONES	
							PR INICIAL	PR FINAL		
1	TOMA DE MUESTRA DE MEZCLA ASFALTICA	CENTRO INDUSTRIAL BESOTES	CALZADA UNICA		60	VIII	04+540		SE TOMO MUESTRA DEL SITIO DE COLOCACION EN LA TOLVA DE LA FINISHER.	
2	TOMA DE NUCLEOS DE EXUDACION	CENTRO INDUSTRIAL BESOTES	CALZADA UNICA		61	VIII	16+000	17+000	SE TOMO MUESTRA DE LA CARPETA ASFALTICA PARA VERIFICACION DE % DE ASFALTO.	
3	DENSIDADES BASE GRANULAR	CENTRO INDUSTRIAL BESOTES	CALZADA UNICA AMPLIACION CARRIL DERECHO		58	VIII	05+600	05+880	SE TOMO DENSIDADES CALZADA UNICA - AMPLIACION MARGEN DERECHA. SUB-BASE CLASICADA DE 1 1/2".	

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011).

Tabla 65.

Reporte de Actividades de Ensayos y Muestras realizadas para el Tramo-8- en el mes de marzo de 2016.

Fecha de toma	No. de muestra	Material	Procedencia cantera	Sector	Localización	Ensayos/ norma	Fecha de elaboración
03/03/2016	0168	Mezcla asfáltica mdc-2	Centro industrial besotes		hito 60 tramo viii PR 04 + 540	Granulometría inv-e 213-07	17/03/2016
						rice	17/03/2016
						inv-e 735-07	
						Evaluación Marshall	30/03/2016
						inv- 748-07	
						Gravedad especifica Bulk inv-e 223-07	17/03/2016
04/03/2016	a 0073	Extracción de asfalto en núcleos de carpeta asfáltica	Centro industrial besotes		hito 61 tramo viii PR 16 + 960	Extracción cuantitativa inv-e 732-07	23/03/2016

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011)

Se muestra entonces en la tabla anterior, el reporte de las actividades realizada para las muestras de los ensayos y extracciones programadas y realizadas.

Adicionalmente se tomaron muestras (extracción de núcleos) para verificar el contenido de asfalto en un tramo donde se observaron anomalías en el acabado de la instalación de la capa de rodadura, las cuales se cumplen según el reporte que se presenta a continuación:

Tabla 66.

Ensayo contenido de asfalto km 16+500 al 17+000.

Gipsas	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ENSAYOS DE LABORATORIO				Doc.: FG-0041
					Rev. No.: 1
					Fecha: 30/03/2016
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DEL ASFALTO EN MEZCLAS EN CALIENTE PARA PAVIMENTOS INV. E - 732-2007					
INFORMACIÓN DEL REGISTRO					
CONSECUTIVO:	005	FECHA DE MUESTREO	04/03/2016	PROYECTO:	TRANSVERSAL RIO DE ORO - GAMARRA
RUTA NACIONAL:	7007	SECTOR:		HITO:	61 TRAMO: VIII
FECHA ELABORACION:	23/03/2016			CODIGO MUESTRA:	0073
PROCEDENCIA:	CENTRO INDUSTRIAL BESOTES		PR INICIAL 016+000		
LOCALIZACION:	CALZADA UNICA CARRIL IZQ.		PR FINAL 017+000		
MATERIAL:	CARPETA ASFALTICA MDC-2				
CONTENIDO DE ASFALTO MUESTRA 1					
NUCLEO SANO					
Peso inicial	576,0 gr	Peso del filtro 1	14,4 gr		
Peso restante	525,5 gr	Peso del filtro 2	14,5 gr		
Diferencia	46,5 gr	% Asfalto	5,34		
CONTENIDO DE ASFALTO MUESTRA 2					
NUCLEO AFECTADO					
Peso inicial	552,5 gr	Peso del filtro 1	13,7 gr		
Peso restante	534,2 gr	Peso del filtro 2	15,4 gr		
Diferencia	45,9 gr	% Asfalto	5,31		

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011)

Sobre los ensayos realizados por la Interventoría como método de verificación del cumplimiento de normas y especificaciones por parte del Concesionario, se puede concluir que los resultados de las muestras aleatorias tomadas cumplen con los requisitos establecidos en el contrato de concesión.

Acompañamiento actividades control de Calidad del Contratista. Se realizó el acompañamiento por parte de la Interventoría a los ensayos realizados por parte de la concesionaria el día 16 de marzo del año en curso.

Hito 62.

K28 + 230 (Puente 3). Concreto para vaciado de Caisson A y B para ello arribaron 2 mixer con concreto procedente de la planta situada en el campamento del kilómetro 14 (campamento principal Tramo 8), se llevó a cabo el ensayo para verificar su asentamiento.



Fotografías 170, 171, 172 y 173. Toma de muestras de concreto.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Con el mixer 1 se tomó registro de la hora de salida de la planta 7:19 am y llegada a sitio de vaciado 8:20 am, el concreto presentó un asentamiento de $8\frac{1}{2}$ " , el cual está dentro del rango de asentamiento permitido.

Con el mixer 2 el concreto presentó un asentamiento de 8" , el cual está dentro del rango de asentamiento permitido.



Fotografías 174 y 175. Registro de calidad.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Vaciado de concreto para new jersey K21 + 080, se reporta que el concreto llega a obra con una fluidez baja lo cual queda evidenciado en la toma del slump el cual arroja un asentamiento de $5\frac{3}{4}$ " a lo cual la persona encargada de calidad por parte de Consol procede a agregar el plastificante Viscocret, se realiza nueva prueba de asentamiento la cual arroja un asentamiento de 8". Se toma registro de la hora de salida de la planta y de llegada a obra de la mixer con el concreto.



Fotografías 176 y 177. Vaciado de concreto para zapatas y muros en el K33 + 240.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Presentó asentamiento de $7 \frac{1}{2}$ ", el cual está dentro del rango de asentamiento permitido.



Fotografía 178 y 179. Toma de densidad y humedad sub-base granular entre los K20 + 970 – K21 + 060.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Tabla 67.

Tabla resumen toma de densidades.

TOMA DENSIDADES SUBBASE K20 + 970 - K21 + 060				
Proctor La b(Kg/m3)	2195	Humedad Optima %	5,6	
Muestra	Densidad seca (Kg/m3)	Densidad Hum (Kg/m3)	Densidad %	% Humedad
Toma 1	2201	2294	103	4,2
Toma 2	2194	2266	100	3,3
Toma 3	2128	2205	96,89	3,6

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011)



Fotografías 180 y 181. Toma de densidad y humedad sub-base granular entre los K19 + 830 – K19 + 870.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Tabla 68.

Tabla resumen toma de densidades.

TOMA DENSIDADES SUBBASE K19 + 830 - K19 + 870				
Proctor La b(Kg/m3)	2195	Humedad Óptima %	5,6	
Muestra	Densidad seca (Kg/m3)	Densidad Hum (Kg/m3)	Densidad %	% Humedad
Toma 1	2231	2304	101,7	3,3
Toma 2	2204	2295	100,4	4,1
Toma 3	2276	2349	103,6	3,2

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011)



Fotografías 182 y 183. Descapote alcantarilla PR 19 + 830.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se evidencia relleno con material de descapote en alcantarilla ubicada en K19 + 830 se recomendó retiro y sustitución del material lo cual fue realizado el mismo día, por el constructor.

Seguimiento mes de abril y mayo.

Hito 58. El día 07 de abril del año en curso el personal de Gipsas llevó a cabo la toma de densidades a material de Subbase granular entre el PR 7 + 460(Hito 58). El laboratorista informa la Interventoría que estas densidades no cumplían con los parámetros constructivos establecidos por INVIAS.



Fotografía 184. Toma de densidades ensayo cono de arena por parte de Gipsas

Nota. Fuente: Autor, 2016.

Se informa al Concesionario por medio electrónico del hallazgo de calidad, donde no se alcanza la especificación para este material.

Revisadas las especificaciones técnicas para el contrato, según el apéndice técnico y en dialogo con calidad de la Interventoría se encontró que se estaba analizando la muestra tomada de Subbase granular como base granular con su respectivo límite de densidad el 98%, por lo tanto,

se emitió el concepto que no se estaba dando el cumplimiento a la especificación; una vez encontrada dicha diferencia y consultada las especificaciones del 2007 del Invías.

A continuación, se hace referencia al inciso del apéndice técnico 3.6 de la transversal (Especificaciones y normas técnicas para construcción) cita “el Concesionario estará obligado a conocer y cumplir las especificaciones técnicas de los estudios de detalle y toda la normativa y especificaciones aplicables de carácter general relacionadas con la construcción” y utiliza las *Especificaciones generales de construcción de carreteras Invías 2015*.

Los sitios para la determinación de la densidad seca en el terreno de cada capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 “Selección al azar de sitios para la toma de muestras”, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.		
Para el control de la compactación de una capa de subbase granular, la densidad seca en el terreno promedio de la muestra que representa al lote (D_m), se deberá comparar con la máxima (D_c), obtenida sobre una muestra representativa del mismo material.		
Si	$D_m - (k_s s) \geq 0.95 D_c$	se acepta el lote
Si	$D_m - (k_s s) < 0.95 D_c$	se rechaza el lote

Figura 100. Especificación para recebo de material de Subbase.

Nota. Fuente: Artículo 320 especificaciones generales de construcción de carreteras Invias (2007).

Como control de calidad se realizó una visita en conjunto (Concesionario e Interventoría) el día 15 de abril de 2016 para verificación de densidades en campo, de acuerdo a los parámetros de la sub base granular.



Fotografías 185 y 186. Toma de densidades densímetro nuclear entre PR 7 + 460 y PR 7 + 610.

Nota. Fuente: Autor, 2016.

Para este laboratorio se toman 5 muestras cada 40 metros (Ver tabla).

Tabla 69.

Resultados densidades.

TOMA DENSIDADES SUBBASE K7 + 460 - K7 + 620				
Proctor La b(Kg/m ³)	2248	Humedad Optima %	6,5	
Muestra	Densidad seca (Kg/m ³)	Densidad Hum (Kg/m ³)	Densidad %	% Humedad
PR 7 + 460	2127	2217	94,8	4,2
PR 7 + 500	2133	2217	94,9	4
PR 7 + 540	2138	2215	95,5	3,2
PR 7 + 580	2177	2255	96,8	3,6
PR 7 + 620	2163	2247	96,2	3,9

Nota. Fuente: Laboratorios Gipsas (2011).

El promedio de los cinco (5) registros tomados es de 95.65 % lo cual da cumplimiento a las especificaciones constructivas y de recibo de material de Subbase granular de Invías 2007.

Seguimiento mes de mayo y junio.

Ensayos de Laboratorio.

La Interventoría ejercida por el *Consortio Proyección Vial Puerto Salgar*, contrató a la firma GIPSAS, para realizar los ensayos de laboratorio a los materiales y las obras del Tramo 8, Transversal Rio de Oro – Aguacalara – Gamarra, para este mes de mayo de 2016, se realizaron los ensayos que se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 70.

Muestras programadas para el Tramo 8.

 REPORTE DIARIO DE ACTIVIDADES									
FECHA:	06/05/2016	PROYECTO:	TRANSVERSAL RIO DE ORO - AGUACLARA - GAMARRA			RUTA NACIONAL:	7006-7007	CONSECUTIVO:	022
ITEM	ACTIVIDAD	PROCEDENCIA	LOCALIZACION	SECTOR	HITO	TRAMO	LOTE EVALUADO		OBSERVACIONES
							PR INICIAL	PR FINAL	
1	DENSIDADES RECICLADO + BASE GRANULAR.	CENTRO INDUSTRIAL BESOTES	CALZADA UNICA AMPLIACION DERECHA		58	VIII	06+020	06+212	SE TOMO DENSIDADES EN LA BASE GRANULAR CON RECICLADO
2	MUESTRA DE CONCRETO NUCLEO DE CAISSON	CENTRO INDUSTRIAL PLATANAL	CALZADA UNICA CAPA DE REFUERZO		62	VIII	33+006	33+006	MUESTRA DE CONCRETO NUCLEO DE CAISSON
3	TOMA DE MUESTRA DE AGREGADO 3/4 PARA ASFALTO Y CONCRETO	CENTRO INDUSTRIAL PLATANAL	CENTRO INDUSTRIAL PLATANAL		61	VIII	14+000		SE TOMO MUESTRA DE AGREGADOS PARA LA PRODUCCION DE ASFALTO Y CONCRETO.
4	ARENA NATURAL PARA CONCRETO	CENTRO INDUSTRIAL BESOTES RIO SIMAÑA	CENTRO INDUSTRIAL PLATANAL		61	VIII	14+000		TOMA DE MUESTRA PARA EQUIVALENTE DE ARENA, HUMEDAD Y LIMITES

Nota. Fuente: *Consortio Proyección Vial Puerto Salgar* (2011).

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se muestra el reporte de las actividades realizada para las muestras de los ensayos y extracciones programadas y realizadas:

Sobre los ensayos realizados por la Interventoría como método de verificación del cumplimiento de normas y especificaciones por parte del Concesionario, se puede concluir que los resultados de las muestras aleatorias tomadas cumplen con los requisitos establecidos en el contrato de concesión.

Acompañamiento actividades control de Calidad del Contratista. El día 24 de mayo de 2016 se llevó a cabo la visita por parte de la Interventoría al proceso de calidad que realiza la Concesionaria al asfalto producido en la planta de Besotes, el seguimiento se realiza desde la producción del asfalto y se libera para colocación de este mediante ensayos realizados en el laboratorio de la planta.



Fotografías 187 y 188. Planta de triturado y acopio de agregado.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Acopio de agregado con la protección para sol y lluvia que exige la norma.



Fotografía 189. Planta de asfalto.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Planta productora de asfalto convencional y asfalto modificado la cual maneja una producción de 120 Ton/día.



Fotografías 190 y 191. Entrega y almacenamiento de emulsión asfáltica.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Llegada del asfalto crudo al cual se le realiza control con ensayo de penetración para que cumpla la reportada por el distribuidor (Ecopetrol). El asfalto es inyectado y almacena en tanques los cuales mantienen la temperatura.



Fotografías 192 y 193. Verificación de la temperatura de salida del asfalto.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Revisión por parte de técnico de la concesionaria, temperatura de salida del asfalto, para asfalto convencional el rango está entre 145-155 °C y para asfalto modificado entre 175-185 °C.



Fotografías 194 y 195. Armado de las briquetas.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Procedimiento de armado de briquetas para realizar ensayo Marshall.



Fotografías 196 y 197. Ensayo Marshall.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Se realizó ensayo Marshall para medir estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica.

Resultados obtenidos. En la visita realizada a la planta de besotes para liberación de la producción por lotes se llevaron a cabo los siguientes ensayos:

- **% De asfalto óptimo:** 5.60 teniendo en cuenta las tolerancias de diseño INV Art 450-2013 este parámetro debe estar entre 5.3 y 5.9% dando así cumplimiento con esta norma.
- **% De vacíos:** 4.12% teniendo en cuenta las tolerancias de diseño INV Art 450-2013 este parámetro debe estar entre 4.0 y 6.0% dando así cumplimiento con esta norma.
- **% De vacíos en agregados minerales:** 15.6% teniendo en cuenta las tolerancias de diseño INV Art 450-2013 este parámetro debe ser mínimo 15% dando así cumplimiento con esta norma.

- **Estabilidad:** 1682 Kg teniendo en cuenta las tolerancias de diseño INV Art 450-2013

este parámetro debe ser mínimo 900 Kg, dando así cumplimiento con la norma.

- **Flujo:** 3.47 mm teniendo en cuenta las tolerancias de diseño INV Art 450-2013 este

parámetro debe estar entre 2.0 -3.5 mm, dando así cumplimiento con la norma.

- **Relación llenante / asfalto efectivo:** 1.2 teniendo en cuenta las tolerancias de diseño

INV Art 450-2013 este parámetro debe estar entre 0.8 -1.2 mm, dando así cumplimiento con la norma.

- **Relación estabilidad / flujo:** 485 kg/mm teniendo en cuenta las tolerancias de diseño

INV Art 450-2013 este parámetro debe estar entre 300 -600 Kg/mm, dando así cumplimiento con la norma.

Los ensayos presenciados en la visita cumplen con los estándares exigidos por la norma INVIAS 2013, en la próxima visita a planta se realizará el control a un lote de la producción desde la mezcla hasta la colocación en terreno para verificar los controles que la Concesionaria tiene para instalación de carpeta asfáltica.

También se amplió conocimiento sobre procesos de mejoramiento utilizados, como es el caso de la hidrosiembra, para estabilización de taludes, dato que se ilustra a continuación.

Hidrosiembra. La técnica de la hidrosiembra, es utilizada para luchar contra la erosión y la desestabilización de taludes o terrenos poco consolidados, y tiene como objetivo establecer una cubierta vegetal sobre terrenos de difícil acceso o de gran pendiente. La hidrosiembra, producida así es más rápida y eficaz que la siembra convencional, eso la convierte en la principal técnica de la restauración medioambiental. Las hidrosiembradoras disponen de un cañón hidráulico, que en una primera pasada proyecta a presión abonos estabilizantes sobre la superficie del terreno, en la segunda pasada se encarga de asegurar unas condiciones favorables para una rápida germinación, con las funciones de proteger, retener la humedad, y mantener el microclima para favorecer la germinación de la semilla.

Esta técnica fue usada durante gran parte de la vía, donde las condiciones de los taludes no favorecieron en el avance de la infraestructura vial.



Fotografías 198 y 199. Protección de talud.

Nota. Fuente: Autor (2016).

Adecuación de terraplén con abono para hidrosiembra para protección del talud PR 19 + 790 al PR 19 + 890.

3.1.4. Realizar la medición del avance de obra ejecutada por el Concesionario de acuerdo al alcance básico del contrato, usando la metodología de avance de obra estipulada en el contrato, fundamentando el correcto uso de materiales de obra y las obras complementarias o adicionales autorizadas y las que surjan durante la ejecución de la obra.

3.1.4.1. Metodología usada para el cálculo de avance de obra. El propósito del presente documento, consiste en cumplir con lo establecido en el Parágrafo primero de la Cláusula Tercera del Otrosí No. 6 suscrito entre La Agencia Nacional de Infraestructura (La Agencia) y La Concesionaria Ruta del Sol SAS el 13 de marzo de 2014, en el sentido de establecer una Metodología de Cálculo de Avance de Obra. Según ordena el Parágrafo Tercero de la Cláusula Decima primera de dicho Otros, esta Metodología de Cálculo de Avance de Obra, además de servir para determinar el avance real del proyecto, deberá utilizarse para establecer el momento en el cual, el avance real de obra calculado según la misma, alcanza los porcentajes que acordaran Las Partes según Acta de Cierre de Otrosí No.6 y en consecuencia se autorizaran los traslados desde la cuenta de aportes INCO a la cuenta de aportes Concesionario en las cuantías correspondientes a dichos avances.

Las mediciones y el cálculo del avance se harán a través del “Índice Global de Obra “G”, que será calculado para cada mes calendario (1 a 30) dentro de los primeros diez (10) días hábiles del mes inmediatamente siguiente, por lo cual su valor corresponde al avance de obra mensual al día 30 de dicho mes inmediatamente anterior. Esta medición se realizará una vez inicie la fase de construcción del proyecto.

La siguiente formula permite calcular dicho índice Global de Obra (G), el cual está compuesto por los índices de avance de los "Componentes Principales", generados a partir de la participación económica de cada componente respecto al presupuesto total aprobado por la Interventoría en el Acta de Acuerdo del valor tope de las obras adicionales (diciembre 23 de 2013).

$$G = (0.04 P) + (0.19 E) + (0.19 A) + (0.14 VI) + (0.13 V2) + (0.12 R) + (0.07 D) + (0.1 C) + (0.01 S) + (0.01 O)$$

Tabla 71.

Componentes del cálculo de avance de obra.

Código	Descripción del componente
P	Índice específico de avance de los Servicios Preliminares (entrega diseños fase III, y liberación ambiental), calculado en avance porcentual del mes corriente.
E	Índice de avance físico de explanaciones calculado como la longitud en metros (m) de la vía con explanaciones (Excavaciones y terraplenes) concluidas dentro del mes corriente.
A	Índice de avance físico de afirmados (Bases y Subbases), calculado como la longitud en metros (m) de calzada con afirmados, concluidos dentro del mes corriente.
VI	Índice de avance físico de la subestructura de puentes, pórticos y muros (cimentaciones hasta el dado o zapata), calculado como la longitud en metros (m) de los elementos de cimentación construidos dentro del mes corriente.
V2	Índice de avance físico de la superestructura de puente, pórticos y muros (pilas, tableros, elevación de muros y muretes), calculado como la longitud en metros (m) de calzada en puentes, pórticos y muros, y como la longitud vertical en metros (m) de pilas concluidas dentro del mes corriente.
R	Índice específico de avance físico de obras del PR0 al PR20 y accesos a las poblaciones, para rehabilitación y adecuación, calculado como la longitud en metros (m) de calzada rehabilitada y adecuada, concluida dentro del mes corriente.
D	Índice de avance físico de obras de drenaje, calculado como la longitud en metros (m) de calzada sobre la cual se ha aplicado capa de pavimento asfáltico dentro del mes corriente.
C	Índice de avance físico de los pavimentos asfálticos, calculado como la longitud en metros (m) de calzada sobre la cual se ha aplicado capa de pavimento asfáltico dentro del mes corriente.
S	Índice de avance físico de obras de señalización (vertical y horizontal), calculado como la longitud en metros (m) de calzada con señalización, concluida dentro del mes corriente.
O	Cantidad de obras complementarias construidas y en operación dentro del mes corriente, (Total previsto = 4 Puentes peatonales, 11 paraderos, 2 peajes, 2 Básculas y 1 Sistema ITS) Vs. Cantidad total de obras = 20.

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011).

El cálculo de avance mediante la fórmula polinómica aplicará para los años de la Fase Constructiva. Consideraciones:

Componente (P). Servicios Preliminares. Para el cálculo del avance de los servicios preliminares, se considera un peso igual al 50% para cada uno de los dos entregables descritos en la tabla anterior, dentro del componente. Como requisito para el cómputo del avance de este componente, el Concesionario deberá disponer de una trituración dentro del Tramo 8.

Componente (E). Explanaciones. Se entiende como avance de la explanación cuando esta alcanza el nivel de subrasante. Dentro de este componente no están incluidos los filtros profundos ni el colchón drenante, previstos en el componente (D) Drenajes.

Componente (A). Afirmado (Bases y sub-bases). Para el cálculo del avance del afirmado, se considera que la Subbase tiene un peso igual al 50% del total del componente y la Base el 50% restante.

Componente (Vi). Subestructura de puentes, pórticos y muros. Entiéndase como cimentación de los puentes y pórticos, los caissons, pilotes y/o dados. Entiéndase como cimentación de los muros, los caissons y las zapatas. La elevación del muro se considera como parte del avance de la superestructura (V2). La medición de los elementos de cimentación de los puentes y pórticos se efectuará por metro lineal vertical construido

La medición de los elementos de cimentación de los muros se efectuará por metro lineal vertical construido para el caso de caissons y por metro longitudinal (paralelo al eje de la vía) de zarpa construido, para el caso de las zapatas.

Componente (V2). Superestructura de puentes, pórticos y muros. Para los puentes, pórticos y muros:

- La carpeta está considerada en el componente (C) Pavimentos Asfálticos.
- La señalización está considerada en el componente (S) Señalización.
- Los rellenos de aproximación a los puentes y los rellenos de los muros están considerados en este componente, y se medirán por metro longitudinal (paralelo al eje de la vía) construido.
- La defensa metálica y de concreto arriba del murete está considerada en el componente (S) Señalización.
- La medición de la elevación de muros se efectuará por metro longitudinal (paralelo al eje de la vía) construido.

Componente (R). Rehabilitación y adecuación. La señalización de este componente, está considerada en el componente (S) Señalización.

Con la excepción del ítem anterior (Señalización), todos los ítems entre el PR 0 al PR 20, y los accesos a las poblaciones (Aguachica y Gamarra), clasifican dentro de este componente (Explanaciones, drenaje, pavimentos, estructuras en hormigón, variante San Andrés completa, etc.)

Componente (D). Drenajes. Las obras de drenaje contenidas en la longitud de calzadas serán definidas de acuerdo los diseños definitivos. Los filtros profundos y el colchón drenante están considerados en este componente. En función de la secuencia ejecutada, las cunetas de las bermas y las cunetas de los taludes, no están consideradas en este componente, pues corresponden al componente (C).

Componente (C). Pavimento asfáltico. El avance será determinado conforme al avance de cada capa aplicada o el avance de la carpeta en el componente (R) no está considerado aquí. La conformación, re perfilamiento y estabilización de los taludes, cuando fuere el caso, se ha incluido dentro de este componente, en razón a la secuencia constructiva. En función de la secuencia ejecutada, las cunetas de las bermas y las cunetas de taludes, están consideradas en este componente.

Componente (S), Señalización. El cálculo del avance de este componente se dará cuando se efectuó la implantación de la señalización horizontal y vertical conforme al diseño. Las defensas metálicas y de concreto están consideradas en este componente. Los acabados finales están contemplados en este ítem.

Componente (O). Obras Complementarias. Corresponde a las siguientes obras complementarias previstas:

- 11 Paraderos de buses.
- 4 Puentes Peatonales.

- 2 Estaciones de Peaje: Platanal y Gamarra o 2 Estaciones de Pesaje.
- 1 Sistema ITS (Sin fibra óptica para ambos peajes Platanal y Gamarra).

Observaciones:

Las longitudes y dimensiones citadas para el cálculo de avance en los componentes de la formula, serán determinadas después de la "No Objeción" del trazado geométrico y de los estudios de detalle por parte de la Interventoría.

Ajustes específicos para la aplicación de esta metodología podrán ser acordados entre la Interventoría y el Concesionario después del inicio de los trabajos, siempre que no cambien los conceptos fundamentales de la misma.

3.1.4.2. Registro de seguimiento de avance de obra. La Interventoría verifica constantemente que la entrega de obras, esté correctamente registrada en con respecto a la acción que se ejecuta. Para ello la concesión envía actas de avance que relacionan actividades que fueron objetos de medición en el corte de cada mes, con el objetivo de ser aprobadas.

Seguimiento mes de febrero y marzo. A continuación, se relacionan los estudios y diseños de la Transversal Rio de Oro – Aguaclara – Gamarra (80 km aproximadamente), correspondiente al Tramo 8 del Sector 2 de la Ruta del Sol, Corredor Puerto Salgar – San Roque, desarrollados a la fecha, y que han sido entregados por la Concesionaria durante el mes de febrero de 2016.

Los Estudios y Diseños se han dividido en dos trayectos, el trayecto 1 corresponde a los Hitos 56 a 59 (Subtramo 1 contractual, de Aguaclara a Puerto Capulco) y el trayecto 2, corresponde a los Hitos 60 a 63 (Subtramos 2 y 3 contractuales, de Aguaclara a Rio de Oro).

Tabla 72.

Documentos Entregados febrero de 2016.

RECIBIDO	DESCRIPCIÓN
09/02/2016	Diseño Alcantarilla 6+445 (también de diámetro 0,91m).
10/02/2016	Cambio Estructura de drenaje
12/02/2016	Cambio de diseño muretes numerados del 53 al 58 entre las abscisas 21+077 y 21+113, prolongar este tramo de murete de tipología F de 4,15m.
12/02/2016	Entre la abscisa 20+020,92 y 20+034,20 del Hito 62 se realiza el cambio del murete 18 de tipología E a D, murete 22 de tipología C a E y murete 23 de tipología A al D.
19/02/2016	Entre las abscisas 19+820 Y 19+850,58 se preveía la construcción de los muretes 1 al 5 y entre las abscisas 19+875,23 y 19+934,23 se preveía la construcción de los muretes 6 al 15, teniendo en cuenta las condiciones del terreno se estudió la viabilidad de reemplazar estas estructuras por un terraplén procedente del corte que se está realizando en el PR21+000 conformado por areniscas de alta resistencia, la cual puede ser usada como material de relleno en el sector de estudio.
22/02/2016	Cambio de diseño de disipador
22/02/2016	Se ajusta la obra de drenaje transversal situada en la abscisa 4+350,

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011).

En la tabla 73 Se relaciona el estado de Objeción y No Objeción de los Estudios y Diseños entregados por el Concesionario a la fecha, de acuerdo al Apéndice Técnico AT8-3.

Tabla 73.

Estado de Estudios y Diseños Transversal Río de Oro – Aguacalara – Gamarra.

VOLUMEN	FECHA ENTREGA CRONOGRAMA			FECHA ENTREGA REAL			ESTADO		
	SUBTRAMO			SUBTRAMO			SUBTRAMO		
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2	No.3	No. 1	No. 2	No. 3
Vol. I. TRANSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO	09/04/2015	09/04/2015	09/04/2015	06/04/2015	24/04/2015	16/07/2015	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN
				28/05/2015	16/07/2015	21/08/2015			
Vol. II. TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO	27/02/2015	27/04/2015	27/04/2015	04/03/2015	26/06/2015	26/06/2015	NO OBJECIÓN	EN REVISIÓN CPVPS	EN REVISIÓN CPVPS
				28/05/2015	13/01/2016	13/01/2016			
Vol. III. GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA Y GEOTECNIA	09/05/2015	22/05/2015	22/05/2015	09/06/2015	01/07/2015	01/07/2015	EN AJUSTES CRDS	EN REVISIÓN CPVPS	EN REVISIÓN CPVPS
				30/11/2015	23/12/2015	23/12/2015			
Vol. IV. SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE PUENTES, OBRAS DE ARTE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN	04/05/2015	30/06/2015	30/06/2015	18/06/2015	24/08/2015	24/08/2015	EN REVISIÓN CPVPS	EN AJUSTES CRDS	EN AJUSTES CRDS
				21/01/2016					
Vol. V. ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES	09/05/2015	23/06/2015	23/06/2015	18/06/2015	24/08/2015	24/08/2015	EN REVISIÓN CPVPS	EN AJUSTES CRDS	EN AJUSTES CRDS
				22/01/2016					
Vol. VI. GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS	20/04/2015	14/05/2015	14/05/2015	28/04/2015	29/07/2015	08/09/2015	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN
				26/06/2015	03/11/2015	05/11/2015			
Vol. VII. HIDROLOGÍA HIDRÁULICA Y SOCA VACIÓN	26/03/2015	28/05/2015	28/05/2015	28/05/2015	15/07/2015	15/07/2015	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN
				16/09/2015	01/12/2015	01/12/2015			
Vol. VIII. ESTRUCTURAL PARA DISEÑO DE PUENTES, ESTRUCTURAS DE DRENAJE, ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN Y ESTRUCTURAS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	15/05/2015	30/06/2015	30/06/2015	03/06/2015		07/07/15[11]	NO OBJECIÓN	EN AJUSTES CRDS	EN AJUSTES CRDS
				16/09/2015		22/07/15[21]			
				26/10/2015		30/07/15[31]			
						05/08/2015			
Vol. IX. ESTUDIO DE GESTIÓN PREDIAL, SOCIAL Y AMBIENTAL	24/02/2015	23/12/2015	23/12/2015	01/07/2015	01/07/2015	01/07/2015	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN
Vol. X. SEÑALIZACIÓN	27/02/2015	15/05/2015	15/05/2015	16/03/2015	24/07/2015	24/07/2015	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN
				03/06/2015	25/09/2015	25/09/2015			
Vol. XI. CANTIDADES DE OBRA. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO	----	----	----	05/08/2015	24/09/2015	24/09/2015	EN AJUSTES CRDS	EN AJUSTES CRDS	EN AJUSTES CRDS
				24/09/2015	09/11/2015	09/11/2015			
Vol. XII. INFORME FINAL RESUMEN	22/05/2015	06/07/2015	06/07/2015	05/08/2015	08/09/2015	08/09/2015	EN AJUSTES CRDS	EN AJUSTES CRDS	EN AJUSTES CRDS
Vol. XIII. EQUIPAMIENTO	09/05/2015	09/05/2015	09/05/2015	02/07/2015	02/07/2015	02/07/2015	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN	NO OBJECIÓN
				21/09/2015	18/12/2015	21/09/2015			

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011).

En la tabla 74, a continuación, se muestra el avance para cada una de las variables del Polinomio para el Cálculo de Avance de Obra, estimado para el mes de febrero de 2016 y el acumulado al mismo mes.

Los avances de construcción a corte del presente mes de enero muestran: 2% en Servicios Preliminares (P), 0,40% en Subestructura (V1), 0,67% en Superestructura (V2), 2,13% en Rehabilitación y Adecuación (R) y 0,06% en Señalización (S), para un avance total de 5,26%.

Tabla 74.

Cálculo de avance de obra.

RESUMEN AVANCE DE OBRA			
COMPONENTE	VALOR ACTA 1	VALOR ACTA 2	VALOR ACTA 3
Servicios Preliminares	0%	0%	2%
Explanaciones Afirmados	0%	0%	0%
Subestructura	0%	0,22%	0,40%
Superestructura	0%	0,54%	0,67%
Rehabilitación y Adecuación	2,13%	2,26%	2,13%
Drenajes	0%	0%	0%
Carpeta	0%	0%	0%
Señalización	0,04%	0,04%	0,06%
Obra Complementaria	0%	0%	0%

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011)

El acta de medición de avance de obra de este mes, se puede apreciar en el Apéndice E, “Actas de medición de avance de obra, registro DTO’S, especificaciones y formatos”.

Seguimiento mes de marzo y abril. En el cuarto mes de construcción se calculó el siguiente avance de obra: 2% en Servicios Preliminares (P), 0,65% en Explanaciones (E), 0,60% en Subestructura (V1), 0,99% en Superestructura (V2), 2,13% en Rehabilitación y Adecuación (R) y 0,06% en Señalización (S), para un avance total de 6,42%.

El acta de medición de avance de obra de este mes, se puede apreciar en el *Apéndice E*, “*Actas de medición de avance de obra, registro DTO’S, especificaciones y formatos*”.

Seguimiento mes de mayo y junio. Los avances de construcción acumulados a corte del 25 de mayo de 2016 muestran: 2% en Servicios Preliminares (P), 1,51% en Explanaciones (E), 1,46% en Subestructura (V1), 1,62% en Superestructura (V2), 6,96% en Rehabilitación y Adecuación (R), 0,24% de Drenajes y 0,06% en Señalización (S), para un avance total de 13,86%.

Durante este mes se han llevado a cabo las labores sin interrupciones de importancia, los esfuerzos se focalizaron en el desarrollo de la actividad de rehabilitación en el Hito 58, la continuación de la construcción del primer y segundo tramo y de tercer carril, la construcción del puente #3 en el Km 28+230 y de la estructura de cimentación del puente #10 en el Km 34+320.

Por otro lado, la Planta de Triturado en el PR 14 de la ruta 7007, campamento del Constructor,

El acta de medición de avance de obra de este mes, se puede apreciar en el *Apéndice E*, “*Actas de medición de avance de obra, registro DTO’S, especificaciones y formatos*”.

3.1.4.3. Diseños técnicos de obra presentados durante el proyecto. Se presentan a continuación tablas resumen de los diseños técnicos de obra (DTO) presentados por CONSOL, desde el inicio de la etapa de construcción y con de cada mes.

Tabla 75.

Diseños Técnicos de Obra (DTO) presentados en el mes de febrero.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CORRESPONDENCIA CON PLANOS NO OBJETADOS (SI ES EL CASO)	DOCUMENTO CONTROL DE CAMBIO CONCESIONARIO
1	Ajuste al nuevo manual de señalización vigente a diciembre 2015,	RS-S2-RAG-T8-DTO-SÑ-SÑ-P_0000	S-2016-005520-NAC
2	En la abscisa 6+425 Hito 58, se diseñó la ejecución de una alcantarilla de diámetro de 0,91m nueva en sustitución de la alcantarilla existente en la abscisa 6+445 (también de diámetro 0,91m).	RS-S2-RAG-T8-DTO-HH-AL-P-0000	S-2016-005954-NAC
3	Se realiza los ajustes del trazado en el hito para adaptarse a la sección de pavimento reciclado aprobada y para limitar las afecciones prediales, es necesario ajustar algunas obras de drenaje transversal por haber quedado distinto el talud de relleno al inicialmente construido.	RS-S2-RAG-T8-DTO-HH-AL-P-0000	S-2016-006046-NAC
4	Una vez replanteado en campo se observó que la ubicación de la obra existente era diferente y como consecuencia el dentellón y el cabezote de la salida de la ampliación quedaban en el aire, Por este motivo se decide puesto que esta alcantarilla queda anexa al tramo de muretes numerados del 53 al 58 entre las abscisas 21+077 y 21+113, prolongar este tramo de murete de tipología F de 4,15m dando una solución de mayor continuidad y mejor funcionamiento que la prolongación del cabezote.	RS-S2-RAG-T8-H62-DP-MU-P-000	S-2016-006047-NAC
5	Entre la abscisa 20+020,92 y 20+034,20 del Hito 62 se realiza el cambio del murete 18 de tipología E a D, murete 22 de tipología C a E y murete 23 de tipología A al D.	RS-S2-RAG-T8-H62-DP-MU-P-000	S-2016-006109-NAC
6	Entre la abscisa 19+820 y 19+850,58 se preveía la construcción de los muretes 1 al 5 y entre las abscisas 19+875,23 y 19+934,23 se preveía la construcción de los muretes 6 al 15, teniendo en cuenta las condiciones del terreno se estudió la viabilidad de reemplazar estas estructuras por un terraplén procedente del corte que se está realizando en el PR21+000 conformado por areniscas de alta resistencia, la cual puede ser usada como material de relleno en el sector de estudio.	RS-S2-RAG-T8-DTO-ES-ST-P-0008	S-2016-006170-NAC
7	Se modifica el diseño del dissipador, la cual está encaminada aligerar la estructura en cuestión, de manera que los refuerzos que tengan que soportar el muro por motivo de voladizo del dissipador se vean disminuidos. El aligeramiento consiste en disminuir el espesor del muro externo del dissipador de 30cm a 25 cm, el resto de dimensiones se mantiene respecto al originalmente diseñado.	RS-S2-RAG-T8-DTO-DP-MU-P-0009	S-2016-006207-NAC
8	Se ajusta la obra de drenaje transversal situada en la abscisa 4+350, por cuanto el talud en los diseños definitivos difiere del talud de relleno inicialmente contemplado.	RS-S2-RAG-T8-HH-AL-P-0010	S-2016-006208-NAC

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011).

Tabla 76.

Diseños Técnicos de Obra (DTO) presentados en el mes de marzo.

ITEM	ABSCISA(S)	TRAMO	HITO	DESCRIPCIÓN	CORRESPONDENCIA CON PLANOS NO OBJETADOS (SI ES EL CASO)	FECHA DE RADICACIÓN	DOCUMENTO CONTROL DE CAMBIO CONCESIONARIO	
							No.	Observaciones
1	SEÑALIZACION Y DEMARCAACION ACCESO A GAMARRA Y ACCESO OESTE AGUAHICA	8	56-59	Ajute al nuevo manual de señalizacion vigente a Diciembre 2015,	RS-S2-RAG-T8-DTO-SÑ-SÑ-P_0000		S-2016-005520-NAC	
2	DISEÑO HIDRAULICO - OBRA DE DREJAJE ALCANTARILLA PLANTA PERFL Y DETALLES GEOMETRIA Y DIMANSIONES .PR6+425	8	58	En la abscisa 6+425 Hito 58, se diseño la ejecución de una alcantarilla de diametro de 0,91m nueva en sustitucion de la alcantaril existente en la absica 6+445 (tambien de diametro 0,91m).	RS-S2-RAG-T8-DTO-HH+AL-P-0000	02-feb-16	S-2016-005954-NAC	
3	DISEÑO HIDRAULICO - OBRA DE DREJAJE ALCANTARILLA PLANTA PERFL Y DETALLES GEOMETRIA Y DIMANSIONES .	8	58	Se realiza los ajustes del trazado en el hito para adaptarse a la seccion de pavimento reciclado aprobada y para llimitar lasafecciones prediales, es necesario ajustar algunas obras de drenaje transversal por haber quedado distinto el talud de relleno al inicialmente construido.	RS-S2-RAG-T8-DTO-HH+AL-P-0000	09-feb-16	S-2016-006046-NAC	
4	DISEÑO DE MURETES 18,19, 22 Y 24 PRIMER TRAMO TERCER CARRIL	8	62	Una vez replanteado en campo se observo que la ubicación de la obra existente era diferente y como consecuencia el dentellon y el cabezote de la salida de la ampliacion quedaban en el aire, Por este motivo se decide puesto que esta alcantarilla queda anexa al tramo de muretes numerados del 53 al 58 entre las abscisas 21+077 y 21+113, prolongar este tramo de murete de tipologia F de 4,15m dando uan solucion de mayor continuidad y mejor funcionamiento que la prolongacion del cabezote.	RS-S2-RAG-T8-H62-DP-MU-P-000	09-feb-16	S-2016-006047-NAC	
5	DISEÑO DE MURETES 18,19, 22 Y 24 PRIMER TRAMO TERCER CARRIL	8	62	Entre la absica 20+020,92 y 20+034,20 del Hito 62 se realiza el cambio del murete 18 de tipologia E a D, murete 22 de tipologia C a E y muerete 23 de tipologia A a D.	RS-S2-RAG-T8-H62-DP-MU-P-000	12-feb-16	S-2016-006109-NAC	
6	CAMBIO DEL TIPO DE DREN (FRANCES A PLANAR) A INSTALAR EN SUBTRAMOS 1 Y 2.	8	56-57-58-59-60-61	Utilizar Subdren Planar con tubería de 4" y dimensiones de zanja 0,50 * 0,30 en sustitución de los subdrenes franceses propuestos para ST1 (0,60 * 0,60), en vista de la escacez de roca existente en la zona del proyecto y el mejor funcionamiento y mayor rapidez de ejecución que supone el dren planar frente al frances.	RS-S2-RAG-T8-H00-HH+GN-P-0007 RS-S2-RAG-T8-H00-HH+GN-P-0024	12-feb-16	S-2016-006110-NAC	
7	CAMBIO DE MURETES DEL 1 AL 15 POR TERRAPLEN	8	62	Entre la abscisas 19+820 Y 19+850,58 se preveia la construccion de los muretes 1 al 5 y entre las abscisas 19+875,23 y 19+934,23 se preveia la construccion de los muretes 6 al 15, teniendo en cuenta las condiciones del terreno se estudio la viabilidad de reemplazar estas estructuras por un terraplen procedente del corte que se esta realizando en el PK21+000 conformado por areniscas de alta resistencia, la cual puede ser usada como material de relleno en el sector de estudio.	RS-S2-RAG-T8-DTO-ES-ST-P-0008	19-feb-16	S-2016-006170-NAC	
8	CAMBIO DE DISEÑO DISIPADOR TERCER CARRIL	8	62	Se modifica el diseño del disipador, la cual esta encaminada aligerar la estructura en cuestion, de manera que los refuerzos que tengan que soportar el muro por motivo de voladizo del disipador se vean disminuidos. El aligeramiento consiste en disminuir el espesor del muro externo del disipador de 30cm a 25 cm, el resto de dimensiones se mantiene respecto al originalmente diseñado.	RS-S2-RAG-T8-DTO-DP-MU-P-0009	22-feb-16	S-2016-006207-NAC	
9	DISEÑO HIDRAULICO - OBRA DE DREJAJE ALCANTARILLA PLANTA PERFL Y DETALLES GEOMETRIA Y DIMANSIONES .PR4+350	8	58	Se ajusta la obra de drenaje transversal situada en la abscisa 4+350, por cuanto el talud en los diseños definitivos difiere del talud de relleno inicialmente contemplado.	RS-S2-RAG-T8-HH+AL-P-0010	22-feb-16	S-2016-006208-NAC	
10	DETALLE DE CIMENTACION BOX	8	58,59,60,61,62 y 63	Presentacion de diseño de cimentacion Box Coulvvert		01-mar-16	S-2016-006348-NAC	
11	MODIFICACION DISEÑO PK 1+890 Y BOX COULVERT 2+450 Y 3+710	8	58	Modificaciones desarrolladas en la fase de diseño de la alcantarilla 1+890 y los box coulvvert 2+450 y 3+710 del Hito 58		01-mar-16	S-2016-006349-NAC	
12	DISEÑO TÍPICOS DRENAJES	8	58	Diseños típicos de drenajes		04-mar-16	S-2016-006386-NAC	
13	DISEÑO DE MURETE 20 PRIMER TRAMO TERCER CARRIL	8	62	Entre la absica 20+054,8 y 20+067,47 del Hito 62 se realiza el cambio del murete 20 de tipologia A a D.	RS-S2-RAG-T8-DTO-ES-ST-P-0008	18-mar-16	S-2016-006572-NAC	
14	Cambio de muros M-S-H4a y M-S-H4 por terraplen	8	62	En la abscisa 21+640,21 se planteaba relazar un 2 muros los cuales fueron cambiados por terraplen	RS-S2-RAG-T8-DTO-ES-ST-P-0009	18-mar-16	S-2016-006573-NAC	

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011).

Tabla 77

Diseños Técnicos de Obra (DTO) presentados en el mes de abril.

Recibido	Rad. CPVPS	Diseño Técnico de Obra - DTO
08/04/2016	072-2016	Cambio tipología de murete 38 1er tramo de Tercer Carril (de B a D)
08/04/2016	073-2016	Cambio Muretes por Terraplén (29 y 30 del 1er tramo de Tercer Carril)
13/04/2016	078-2016	Respuesta comunicación CO-PVPS-TRAG-020-2016: cambio de muretes por terraplén, primer tramo de tercer carril.
15/04/2016	079-2016	Respuesta comunicación CO-PVPS-TRAG-037-2016: Cambio de muro por terraplén Muro M-S-H4a 1er tramo de Tercer Carril.
15/04/2016	081-2016	Cambio tipología de muro 20+392,42 a 20+428,17 Hito 62. 1er tramo de Tercer Carril.
18/04/2016	083-2016	Ajuste alcantarilla 20+230 - Hito 62.
25/04/2016	086-2016	2da versión - Subtramo 3 - Hito 62 - Puente PR 28+230
27/04/2016	093-2016	Nuevo muro de acompañamiento Estribo 1 - Puente 28+230 - Hito 62
27/04/2016	094-2016	Cambio de muretes 24, 25 y 26 1er Tramo de Tercer Carril - Hito 62
27/04/2016	095-2016	Cambio en el enrocado de protección de las obras de drenaje

Nota. Fuente: Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar (2011).

Todos los diseños técnicos de obra “DTO’S”, se pueden apreciar en el *Apéndice E, “Actas de medición de avance de obra, registro DTO’S, especificaciones y formatos”*, en el cual se notará un registro de toda esta actividad, los oficios presentados y un listado completo de planos dados durante el progreso del proyecto.

También se encuentra en el *Apéndice E, “Actas de medición de avance de obra, registro DTO’S, especificaciones y formatos”*, información necesaria para el desarrollo del proyecto en cuanto a la distribución de obras de drenajes a intervenir, cronograma de trabajo durante la ejecución del proyecto y las especificaciones particulares para la construcción de algunas estructuras.

Especificaciones de construcción. Las especificaciones de construcción aplicables para el proyecto y que han sido consideradas para el diseño de las estructuras de pavimento y la

plataforma de apoyo de las mismas, corresponden con las especificaciones generales de construcción de carreteras.

- Artículo 220. Terraplenes
- Artículo 230. Mejoramiento de la subrasante.
- Artículo 231. Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextiles.
- Artículo 300 Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, Subbases granulares y bases granulares y estabilizadas.
- Artículo 320 Subbase granular.
- Artículo 330 Base granular.
- Artículo 351 Base tratada con cemento.
- Artículo 400 Disposiciones generales para la ejecución de riegos de imprimación, liga y curado, tratamientos superficiales, sellos de arena asfalto, lechadas asfálticas, mezclas en frío y en caliente y reciclado de pavimentos asfálticos
- Artículo 450 Mezclas asfálticas en caliente (Concreto asfáltico y Mezcla de alto módulo).
- Artículo 460 Reciclado de pavimentos.

Capítulo 4: Diagnóstico final

El Consorcio Proyección Vial Puerto Salgar, como Interventoría debe asumir ciertos compromisos que le obligan a llevar el correcto y constante cumplimiento del contrato, partiendo de ciertas bases que lo describen como un objeto social de la empresa, como son identificar y cumplir los requisitos del cliente, en cuanto a las matrices contractuales, los requisitos legales reglamentarios y cualquier otro aplicable, y la identificación de riesgos y peligros expuestos, en carácter del cumplimiento de la NTC 45 y la NTC5254, que especifican la gestión de riesgos.

Por otro lado, teniendo de presente la función asignada como pasante, la obra aún se encuentra en ejecución y se proyecta que hasta el año 2019 se lleve la etapa de construcción, para posterior mantenimiento. Este servicio se presta en función de la comunidad, teniendo presente que, a pesar de ser un megaproyecto, con altos estándares de calidad, debe siempre ir guiado al desarrollo económico de la región. Para ello, se hace necesario equiparar las funciones de la inspección vial, al momento de la generación de informes. Por lo que se representa a la persona o grupo responsable de cada detalle de obra, la forma que debe realizarse, el cumplimiento de la entrega, para así mantener satisfecho al cliente.

El proyecto de la transversal Rio de Oro - Aguaclara – Gamarra, de la Ruta del Sol Sector 2, permite realizar diversos estudios a lo largo de la ejecución, de los que se generan una serie de recomendaciones para la solución a posibles dificultades que se vayan presentando durante el desarrollo de la obra, independiente de que sean detalles pequeños, desde lo que dice el diseño, hasta lo que se quiere entregar, haciendo referencia así, a las actas de avance de obra.

El registro que se hizo durante estos meses, brindó la oportunidad de exponer ciertas conclusiones que aportan el avance del ente interventor, pues brindan grandes posibilidades de corrección en la realización de informes, y la detallan como una empresa privada que ilustra de forma correcta el cumplimiento del contrato.

Capítulo 5: Conclusiones

De acuerdo con las visitas realizada y fundamentando el cálculo de avance de obra, se puede notar que la construcción a corte mes a mes iba avanzando de tal forma que se desprende el avance, llevando una relación que indica el cumplimiento del proyecto, otorgando satisfacción a la concesionaria, puesto hasta el mes presente el desarrollo ha sido mejor de lo esperado, lo que aporta al cumplimiento de metas, así que se muestra que en febrero hubo un avance en un 2% en Servicios Preliminares (P), 0,40% en Subestructura (V1), 0,67% en Superestructura (V2), 2,13% en Rehabilitación y Adecuación (R) y 0,06% en Señalización (S), para un avance total de 5,26% y ya en mayo los avances de construcción representaban gran satisfacción para la Concesionario, pues se verifica que se avanzó en un 2% en Servicios Preliminares (P), 1,51% en Explanaciones (E), 1,46% en Subestructura (V1), 1,62% en Superestructura (V2), 6,96% en Rehabilitación y Adecuación (R), 0,24% de Drenajes y 0,06% en Señalización (S), para un avance total de 13,86%.

Por otro lado, durante el mes de marzo y principios de abril se llevaron a cabo las labores sin interrupciones de importancia, recalándose los trabajos realizados en el Peaje provisional de Gamarra, en el cual hasta la fecha de visita ya había ejecutada la obra civil faltando la parte operativa para ponerlo en funcionamiento.

También se verificó en las visitas, que la Planta de Triturado en el PR 14 de la ruta 7007, campamento del Constructor, culminó su armado completo y se realizaron las Pruebas del caso para su puesta en operación, y se realiza la parte final de la puesta en marcha de la planta de concreto. Para marzo la Planta de Triturado aún continuaba su operación, al igual que la planta productora de concreto instalada en este mismo campamento y ya allí se hacían los trabajos de

adecuación de áreas de producción como lo es el lavador de arenas, los talleres de prefabricación y las áreas administrativas, de laboratorios y comedor.

Se verificó mediante los registros, que se han llevado a cabo las labores sin interrupciones de importancia, los esfuerzos se focalizaron en el desarrollo de la actividad de rehabilitación en el Hito 58, en el cual se trabajaba en la estructura de asfalto entre el PR04+440 y el PR06+560, tramo dentro del que se realizó instalación de la carpeta Asfáltica entre el PR 5+260 al PR 6+560.

En el Hito 60 se verificó el cumplimiento de los diseños en la culminación de la construcción de alcantarillas del PR 3+770 y del PR 3+925, igualmente se llevó registro del inicio de la construcción de la alcantarilla ubicada en el PR 9+160.

También se hizo seguimiento en la construcción sub drenes y cunetas en el Hito 61, al igual que la adecuación de encoles y descoles según los diseños aprobados.

En cuanto a la construcción del peaje definitivo de platanal Km 14+400, es importante señalar que adicional a las actividades de movimiento de tierras y conformación de terraplenes, durante el mes de mayo se dio inicio a la construcción del cerramiento definitivo de las áreas administrativas y la construcción de la cimentación de los edificios administrativos y del taller electromecánico, cumpliendo así con la normatividad establecida en la etapa de construcción, por parte del equipo contratista.

En el Hito 62 continua la construcción del primer Tramo de Tercer carril entre el PR 19 y PR 22, con avances importantes de acuerdo a la complejidad de la obra; construcción de la estructura de cimentación del Puente #3 en el PR 28+230.

En el Hito 63 continua la construcción de las estructuras de cimentación y muros de acompañamiento del Puente #10 en el PR 34+320. Continúa de la misma forma la construcción del segundo tramo de tercer carril entre los PR 33+117 y PR 33+435, principalmente con actividades de excavación de Caisson fundida de zapatas y vástagos de muros de contención.

Se hizo entrega por parte del Concesionario del peaje provisional de Gamarra, que se encuentra en operación desde el día 15 de abril de 2016, aplicando las tarifas reglamentadas de acuerdo a la última resolución del Ministerio al respecto, la 1314 del 14 de abril de 2016.

En el área a construir el peaje definitivo de Gamarra, se tiene fecha de inicio 20 de enero de 2016 en el Plan de Obras aprobado; igualmente no se ha iniciado la construcción de las estaciones de pesaje de Gamarra y Platanal, con fecha de inicio 12 de febrero de 2016 según Plan de Obras aprobado.

Es importante resaltar que en este momento el contrato de Concesión se encuentra en la Etapa pre-operativa, la cual contempla, en el primer año el desarrollo de la fase de pre-construcción. En esta fase se desarrollan las actividades de Estudios y diseños de fase 3 y la Gestión Predial (que es continua), para la construcción de las obras. Esta Fase de pre-construcción, para el Concesionario, finalizó el pasado 09 de noviembre de 2015 y a partir del día

10 de noviembre de 2015 se inició la Fase de Construcción del Tramo 8. De igual manera, con la entrega de los corredores viales, el Concesionario adelanta la operación de la vía, realizando las tareas de mantenimiento, así como también la operación de la caseta de peaje ya instalada (Platanal y Gamarra), y la atención de incidentes y accidentes. Todo esto con los apoyos de los profesionales que desarrollan el Plan Social Básico.

Se llevó registro de la documentación entregada por parte del Concesionario y, se continuó con el acompañamiento en las tareas de operación y mantenimiento que realiza el Concesionario para el Tramo 8, con el personal adecuado a la etapa del Contrato de Interventoría, es decir, personal de pre-operación.

Durante el avance de la obra se notificó también los trabajos realizados en la RN 7006, donde aún continúan los trabajos de ampliación de la calzada existente, entre el PR04+440 y el PR06+560, dentro del cual se realizó instalación de la carpeta Asfáltica entre el PR 5+260 al PR 6+560, para el mes de mayo. La Interventoría realiza la verificación de los esquemas de señalización utilizados por el Concesionario para la restricción de los carriles en los sitios de las obras.

Se registraron los registros, oficios, comunicados y formatos con las observaciones que permiten dar cumplimiento a las condiciones establecidas en el contrato de Concesión y el contrato de Interventoría.

Debido a que el pasado 09 de noviembre de 2015 se inició la fase de construcción del proyecto y que por lo anterior los informes de Interventoría se presentarán a más tardar el 15 de

cada mes, según se establece en el contrato, a continuación, se resaltan a manera de conclusiones las principales observaciones del período correspondiente al mes de mayo de 2016.

Debe saberse que en el desarrollo del trabajo se adquirió conocimiento sobre los manejos constructivos que se dan en la implementación de proyectos viales en rutas nacionales, que sustentan el avance de las conexiones entre vías rurales y urbanas.

Para alcanzar las propuestas de diseño es necesario recurrir a normatividad establecida, pues las aclaraciones dadas en los oficios emitidos a la concesionaria se sustentan en las especificaciones para construcción de carreteras, INVIAS 2007, pues en el diseño de pavimentos, en lo relacionado a espesores de capas, se pidió el legítimo cumplimiento del proyecto, expresado en los planos, para otorgar la seguridad vial al usuario, pues el buen acondicionamiento de la estructura, ofrecerá mayor confianza y satisfacción a quien opera la vía.

En la entrega de tramos rehabilitados, se realizaron ensayos, verificando que los espesores de pavimento cumplieran con lo establecido, revisando su capacidad de soporte, para así asegurar el cumplimiento de los diez años de diseño.

La Interventoría cuenta con laboratoristas especializados que visitan cuando es necesario el campo de trabajo y recogen las respectivas muestras para asegurar las densidades de las capas del pavimento en construcción, y el cumplimiento en general de las especificaciones técnicas de los estudios de detalle y toda la normativa y especificaciones aplicables de carácter general relacionadas con la construcción, las cuales el Concesionario estará obligado a conocer y cumplir.

También en la visita a la planta se realizaron ensayos para verificar las condiciones que presentaba el material llevado al punto de obra donde se iba a aplicar, verificando porcentaje de asfalto óptimo, vacíos, estabilidad, flujo y las relaciones entre ellos.

La Interventoría muestra los resultados a la concesionaria, aclarando que, si en ciertos puntos no coincide el cumplimiento de diseño, debe corregirse. Caso que se presenta en el comportamiento del pavimento luego de ser rehabilitado, donde se encontraron ciertas patologías que reflejaban la omisión del proceso normal para el fresado.

Al ser notorias ciertas irregularidades, la Interventoría reportaba la necesidad de pronta solución, pues no era posible recibir un pavimento en condiciones no óptimas. Se hace referencia a los ahuellamientos, fisuras, y patologías representadas en la poca compactación dada en el terreno. Como resultado de ello sobresalían a simple vista los agregados de la mezcla y agujeros entre partículas.

A cada uno de los oficios presentados a la concesionaria, se daba respuesta con la pronta solución. De no estar de acuerdo con la observación, se entraba una discusión de partes, donde se explicita lo contractual o no contractual. Al final el beneficio siempre debe ser para el usuario.

Finalmente, todas las actividades desarrolladas en la construcción de la vía en esta etapa, van guiadas al cumplimiento de avance en el contrato, el cual estipula para noviembre un avance del 20% en el total del proyecto.

Capítulo 6: Recomendaciones

Es necesario tener aclaración de los diseños geométricos, pues la vía conservará el mismo alineamiento ilustrado, y la concesionaria expresa que no se tendrán ampliaciones o correcciones en la rasante, indican que podrán realizarse intervenciones de restauración con parcheos, bacheos, fresado, nivelación y/o refuerzo del pavimento.

Se hizo énfasis en el cumplimiento de todos los diseños presentados en el proyecto, que la concesionaria siguiera al margen cada una de las obligaciones presentadas en el contrato, para así evitar impedimentos en el avance de la obra.

Cada “DTO” presentado por la concesionaria, especificaba las actividades a las cuales se optaba hacer un cambio en la construcción, puesto que no requería seguir la linealidad del diseño inicial, o también porque exigía por cualquier novedad presentada, realizar un rediseño de obra, lo que la Interventoría exigía se prestara atención.

Se ofreció un apoyo máximo en la adecuación de informes, como solución al constante manejo de datos de forma diaria, implementando pequeños informes semanales que reflejaran el registro recogido en terreno.

Se recomendó correcciones en la parte operativa de la vía, puesto que luego de entregados ciertos márgenes en las respectivas actas, se sugirió correcciones en la línea separadora de vía-cuneta, y en las señalizaciones.

Por otro lado, se recomendó corrección en las obras hidráulicas, explícitamente en cunetas, pues se encontraban fisuradas y presentando hormigueos, patologías frecuentes por falta de chapulín al momento de fundirse, en el caso de los bordillos, y de compactación en caso del panel de la cuneta.

En relación a cada actividad se sugirió darle cumplimiento a cada diseño, en el caso de pavimentación, en lo relacionado con asfalto, y obras de drenaje, el cumplimiento de las especificaciones dadas por el Instituto Nacional de Vías “INVIAS”.

En general la Interventoría realiza ciertas recomendaciones en los cortes de cada mes, para así mejorar las condiciones que presenta la vía, incluyendo cada detalle dado. Este servicio se ofrece partiendo de la obligatoriedad de la concesionaria de cumplir los registros dados en los diseños, para darle funcionalidad al proyecto.

Referencias

Aparicio Mijares, F. (2004). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*, Editorial Limusa.

Consortio Proyección Vial Puerto Salgar. (2011). *Manual de calidad de Servicios de Ingeniería SERVINC LTDA*. R&Q Ingeniería. Bogotá, Cundinamarca.2015.

Chow, Ven T. (1994). *Hidráulica de Canales Abiertos*, Mac. Graw Hill Co. N. Y.

Guevara Álvarez, M. (1996). *Guía Para Diseño y Evaluación de Puentes para Resistir Socavación*. Universidad del Cauca.

Gavilán León, G. E. (2001). *Manual de Diseño de Drenajes Superficiales y Sub-superficiales en Vías*. Universidad Industrial de Santander.

Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial (2008). Lima, Perú. Agosto.

Ideam, *Atlas Climatológico de Colombia*

Juárez Badillo, Eulalio & Rico Rodríguez, Alfonso. (1995). *Mecánica de Suelos Tomo III*. Limusa Noriega Editores.

Manual de funciones inspector vial de Servicios de Ingeniería SERVINC LTDA (2015). Bogotá, Cundinamarca.

Silva Medina, G. (1998). *Hidrología Básica*. Universidad Nacional de Colombia.

Premio NEIG de Interventorías. (2011). *Capitulo concesiones. Servicios de Ingeniería SERVINC LTDA*. R&Q Ingeniería. Bogotá, Cundinamarca.2015.

Plan general de obras por año, esquema de pavimentación (2011). Consorcio constructor Ruta del Sol, CONSOL.

Pontificia Universidad Javeriana. (2000) *Sistemas de Drenaje en Proyectos Viales*.

APENDICES

Apéndice A. Uso de termopolímero ELVALOY. (Ver archivo adjunto)

Apéndice B. Registro fotográficos y temas pendientes. (Ver archivo adjunto)

Apéndice C. Información hidrológica del terreno. (Ver archivo adjunto)

Apéndice D. Resultados ensayos de laboratorio. (Ver archivo adjunto)

Apéndice E. Actas de medición de avance de obra, registro DTO'S, especificaciones y Formatos. (Ver archivo adjunto)