

AUXILIAR EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y EN PROYECTOS DE  
INGENIERÍA DESARROLLADOS POR LA EMPRESA PAVIMENTOS ANDINOS  
S.A. – PAVIANDI S.A.

PRESENTADO POR:  
SANDRA MILENA ZAFRA RODRÍGUEZ  
ID: 000332357

SUPERVISOR EMPRESA:  
ARMANDO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ  
ING. CIVIL-SUB GERENTE PAVIANDI S.A

SUPERVISOR UPB:  
JULIÁN ANDRÉ GALVIS FLÓREZ

PRESENTADO A:  
COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MODALIDAD  
PRACTICA EMPRESARIAL

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
2021

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Ing. Armando Rodríguez Rodríguez**  
**Tutor Empresarial**

---

**Ing. Julián André Galvis Flórez**  
**Tutor Académico**

**Bucaramanga, Julio de 2021**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por el apoyo incondicional, a mi familia y amigos por el amor dado y a las personas en la empresa PAVIANDI S.A que me abrieron las puertas para el gran aprendizaje y la experiencia laboral.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la empresa PAVIANDI S.A por su calidad y apoyo durante la práctica empresarial.

A los profesores de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga por sus enseñanzas.

Por último, a mis padres y a las personas cercanas por su apoyo y cariño durante todo mi proceso educativo.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	TÍTULO.....	17
2.	OBJETIVOS.....	18
2.1	Objetivo general.....	18
2.2	Objetivos específicos.....	18
3.	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
4.	ANTECEDENTES.....	19
5.	MARCO TEÓRICO.....	22
5.1	Descripción de la empresa.....	22
	Experiencia de la empresa.....	22
	Líneas de negocio.....	23
	Gestión de calidad.....	23
5.2	Obras en infraestructura vial.....	23
5.3	Definiciones.....	24
	Constructor.....	24
	Contrato.....	24
	Obra.....	24
	Calidad.....	25
	Pavimento.....	25
	Pavimento flexible.....	25
	Pavimento rígido.....	25
	Transporte de equipos y materiales.....	25
	Organización de los trabajos.....	26
	Equipo.....	26
	Acopio de agregados.....	26
	Ensayos.....	27
	Controles.....	27
	Subrasante.....	28
	Sub-base granular.....	28
	Base granular.....	28
	Riego de imprimación.....	28
	Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.....	29
6.	METODOLOGÍA.....	30

6.1 Inducción.....	30
6.2 Revisión de planos, cantidades y especificaciones.....	30
6.3 Revisión de las cantidades de obra.....	30
6.4 Verificación de cumplimiento de las especificaciones técnicas.....	31
6.5 Control de calidad de los materiales.....	31
7. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL.....	32
7.1 Proyecto de pavimentación de vía de acceso al conjunto residencial VENTURA de la constructora MARVAL.....	32
Especificaciones del proyecto.....	32
Proceso constructivo.....	34
Subrasante.....	35
Sub-base granular.....	37
Base granular.....	39
Imprimación.....	41
Carpeta asfáltica.....	43
Manejo de aguas.....	45
Equipos utilizados.....	47
Materiales de construcción.....	47
Ensayos.....	48
Cantidades.....	50
7.2 Proyecto de pavimentación de vía de acceso al predio de la empresa CABLECOL ubicado en La Girona.....	51
Especificaciones del proyecto.....	51
Descripción del proyecto.....	52
Proceso constructivo.....	53
Transporte y acople de los materiales.....	53
Subrasante.....	55
Base granular.....	57
Imprimación.....	60
Carpeta asfáltica.....	61
Obras anexas.....	65
Equipos utilizados.....	66
Materiales de construcción.....	67

Organización del trabajo .....	67
Ensayos.....	68
Cantidades .....	69
Presupuesto.....	70
Acta de liquidación del contrato .....	71
<b>7.3 Proyecto de pavimentación de las vías internas del condominio VIENTOS DE LLANADAS de la constructora EL TESORO DORADO .....</b>	<b>75</b>
Especificaciones del proyecto .....	75
Descripción del proyecto.....	75
Proceso constructivo .....	77
Transporte y acople de los materiales .....	78
Subrasante.....	78
Sub-base granular.....	79
Imprimación.....	80
Carpeta asfáltica.....	82
Ensayos.....	86
Equipos utilizados.....	88
Materiales de construcción .....	89
Cantidades .....	89
<b>7.4 Proyecto de pavimentación de zanjado en la vía de acceso a la urbanización TRIVENZA de la constructora CONSUEGRA SANTOS .....</b>	<b>90</b>
Especificaciones del proyecto .....	93
Descripción del proyecto.....	93
Proceso constructivo .....	94
Transporte y acople de los materiales .....	95
Subrasante.....	96
Base granular .....	98
Imprimación.....	99
Carpeta asfáltica.....	100
Obras anexas.....	103
Equipos utilizados.....	104
Materiales de construcción .....	104
Ensayos.....	104

Cantidades .....	106
7.5 Labores de oficina.....	107
8. FORMATO DE PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE PAVIMENTACIÓN .	109
9. CRONOGRAMA.....	113
10. PRESUPUESTO.....	114
11. BIBLIOGRAFÍA .....	115

### LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de compactación y humedad de la sub-base granular .....	49
Tabla 2. Porcentaje de compactación y humedad de la base granular .....	49
Tabla 3. Resumen de materiales recibidos .....	50
Tabla 4. Resumen de materiales aplicados.....	50
Tabla 5. Cantidades proyectadas para el proyecto La Girona .....	52
Tabla 6. Cantidades totales aplicadas en proyecto la Girona .....	69
Tabla 7. Resumen cantidades utilizadas en proyecto La Girona .....	70
Tabla 8. Desglose de cantidades calculadas para el proyecto Vientos de Llanadas .....	76
Tabla 9. Resumen de cantidades aplicadas.....	89
Tabla 10. Área total de riego de imprimación con emulsión asfáltica CRL-1 .....	90
Tabla 11. Volumen total de instalación de sub-base granular.....	90
Tabla 12. Volumen total de instalación de base granular .....	91
Tabla 13. Volumen total de suministro e instalación de mezcla densa en caliente con MDC-19.91	
Tabla 14. Volumen total de suministro e instalación de mezcla densa en caliente con MDC-25.92	
Tabla 15. Resumen cantidades del proyecto .....	94
Tabla 16. Cantidades totales utilizadas en el proyecto .....	106
Tabla 17. Lista de chequeo en la etapa de planeación de proyectos privados de pavimentación	109
Tabla 18. Lista de chequeo en la etapa de ejecución de proyectos privados de pavimentación .	111
Tabla 19. Programación de actividades.....	113
Tabla 20. Presupuesto Práctica Empresarial.....	114

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización del proyecto. Conjunto residencial Ventura (Google Maps).....	33
Ilustración 2. Localización del proyecto, localización de área a intervenir. (Foto no actualizada. Google Earth).....	33
Ilustración 3. Vista en planta de vía a pavimentar .....	33
Ilustración 4. Vista transversal vía a pavimentar .....	33
Ilustración 5. Convenciones utilizadas de vía a pavimentar.....	33
Ilustración 6. Sardineles que acotan la vía a pavimentar .....	34
Ilustración 7. Estructura de pavimento.....	34
Ilustración 8. Calzada sur antes de ser intervenida .....	35
Ilustración 9. Seriado de la subrasante calzada sur.....	35
Ilustración 10. Seriado de la subrasante calzada sur .....	35
Ilustración 11. Motoniveladora nivelando la subrasante calzada sur.....	36
Ilustración 12. Subrasante conformada calzada sur .....	36
Ilustración 13. Excavación y retiro de material en curva acceso.....	36
Ilustración 14. Ubicación y demarcación de curva de acceso .....	36
Ilustración 15. Inicio de compactación de subrasante calzada sur .....	36
Ilustración 16. Compactación subrasante curva acceso .....	36
Ilustración 17. Fallas encontradas en la subrasante, calzada norte .....	37
Ilustración 18. Detalle de falla de subrasante calzada norte.....	37
Ilustración 19. Vertimiento sub-base granular calzada sur .....	38
Ilustración 20. Esparcimiento de la sub-base granular calzada sur .....	38
Ilustración 21. Motoniveladora seriando sub-base granular calzada norte .....	38
Ilustración 22. Motoniveladora nivelando sub-base granular calzada sur .....	38
Ilustración 23. Carrotanque mojando sub-base granular.....	38
Ilustración 24. Seriado de la sub-base granular calzada sur .....	38
Ilustración 25. Compactación de la sub-base granular calzada sur .....	39
Ilustración 26. Volqueta vertiendo base granular en calzada sur .....	40

Ilustración 27. Motoniveladora nivelando base granular calzada sur .....	40
Ilustración 28. Ubicación de tacos en base granular .....	40
Ilustración 29. Taco ubicado en base granular .....	40
Ilustración 30. Operador mojando base granular para garantizar humedad óptima .....	41
Ilustración 31. Compactación base granular calzada sur .....	41
Ilustración 32. Ayudantes esparcen cemento por la base granular .....	41
Ilustración 33. Operarios cargan emulsión en irrigador .....	42
Ilustración 34. Minicargador ubica irrigador al inicio de la calzada norte .....	42
Ilustración 35. Operarios realizan la imprimación en vía calzada norte .....	42
Ilustración 36. Socavación de imprimación por fuertes lluvias.....	42
Ilustración 37. Volqueta vertiendo mezcla asfáltica a la tolva de la finisher .....	43
Ilustración 38. Vibroextendora (finisher) iniciando en curva de acceso norte .....	43
Ilustración 39. Tornillo con medida aproximada a 9.375 centímetros.....	44
Ilustración 40. Ayudantes nivelando mezcla asfáltica en curva de acceso norte .....	44
Ilustración 41. Tornillero midiendo espesor .....	44
Ilustración 42. Finisher y ayudantes trabajan en calzada norte .....	44
Ilustración 43. Compactación de la carpeta asfáltica .....	44
Ilustración 44. Ayudantes vierten cemento acceso calzada norte.....	45
Ilustración 45. Compactador de llanta.....	45
Ilustración 46. Charco generado por fuertes lluvias en la sub-base granular .....	45
Ilustración 47. Fuertes lluvias ocasionaron desplazamiento de material granular y grandes charcos.....	45
Ilustración 48. Exceso de humedad en la base granular después de fuertes lluvias .....	46
Ilustración 49. Retiro de material de la sub-base granular por enlodamiento de subrasante .....	46
Ilustración 50. Ayudantes ubican sacos de arena en curva de acceso.....	46
Ilustración 51. Sacos de arena ubicados a 45° del sumidero para encausar aguas .....	46
Ilustración 52. Aplicación de cemento en curva de acceso .....	47
Ilustración 53. Ayudantes esparcen cemento en zonas susceptibles al agua.....	47
Ilustración 54. Ensayo de compactación sub-base granular .....	48

Ilustración 55. Ensayo de compactación base granular .....	48
Ilustración 56. Ensayo de cono .....	49
Ilustración 57. Medición de humedad .....	49
Ilustración 58. Localización del proyecto. La Girona (Google Maps) .....	51
Ilustración 59. Localización del proyecto, localización de área a intervenir. (Foto no actualizada. Google Earth).....	51
Ilustración 60. Plano del proyecto en planta.....	51
Ilustración 61. Estructura de pavimento.....	52
Ilustración 62. Trazado de la vía en planta.....	53
Ilustración 63. Acopio de base granular.....	54
Ilustración 64. Recibo de base granular entregado por conductor.....	54
Ilustración 65. Formato de seguimiento de materiales de obra .....	55
Ilustración 66. Sardineles que acotan la vía a pavimentar .....	55
Ilustración 67. Vista transversal vía a pavimentar .....	55
Ilustración 68. Vía antes de ser intervenida (tramo superior).....	56
Ilustración 69. Vía antes de ser intervenida (tramo medio) .....	56
Ilustración 70. Vía antes de ser intervenida (tramo inferior).....	56
Ilustración 71. Cimbrado.....	56
Ilustración 72. Seriado de la subrasante parte superior.....	57
Ilustración 73. Motoniveladora seriando subrasante.....	57
Ilustración 74. Retroexcavadora seriando subrasante .....	57
Ilustración 75. Compactación de la subrasante.....	57
Ilustración 76. Retroexcavadora cargando base granular a volqueta.....	58
Ilustración 77. Motoniveladora nivelando base granular .....	58
Ilustración 78. Minicargador seriando la base en lugar estrecho.....	58
Ilustración 79. Motoniveladora, minicargador, ayudante y volqueta seriando parte inferior de la vía.....	58
Ilustración 80. Operador mojando base granular para garantizar humedad óptima parte superior .....	59

Ilustración 81. Operador mojando base granular para garantizar humedad óptima parte inferior .....	59
Ilustración 82. Taco ubicado en base granular .....	59
Ilustración 83. Motoniveladora seriando base granular .....	59
<i>Ilustración 84. Vibro compactador tándem compactando bordes</i> .....	60
Ilustración 85. Compactación base granular después de humectada .....	60
Ilustración 86. Ayudante compactando base granular con saltarín en esquina .....	60
Ilustración 87. Ayudante compactando base granular alrededor de pozo.....	60
Ilustración 88. Marmita irrigadora y Dragón.....	61
Ilustración 89. Operario del minicargador y ayudantes cargan la marmita (irrigadora de emulsión asfáltica) .....	61
Ilustración 90. Imprimación parte superior de la vía .....	61
Ilustración 91. Recibo de despacho de materiales de la planta.....	62
Ilustración 92. Formato Control diario de aplicación de pavimento .....	62
Ilustración 93. Ayudante junto con el inspector miden y marcan con cal diluida en agua la mitad de la calzada.....	63
Ilustración 94. Demarcación de la mitad de la calzada.....	63
Ilustración 95. Medición y graduación del tornillo.....	64
Ilustración 96. Tornillero midiendo espesor de la carpeta asfáltica.....	64
Ilustración 97. Temperatura de aplicación del pavimento .....	64
Ilustración 98. Monitoreo de la temperatura para inicio de compactación .....	64
Ilustración 99. Vibro compactador tándem pequeño sobre bordes de carpeta asfáltica .....	65
Ilustración 100. Vibro compactador tándem grande sobre carpeta asfáltica.....	65
Ilustración 101. Compactador de llanta sobre carpeta asfáltica .....	65
Ilustración 102. Ayudantes ventean cemento sobre carpeta asfáltica.....	65
Ilustración 103. Retroexcavadora y ayudante retiran sardineles de la vía existente.....	66
Ilustración 104. Retroexcavadora retirando estructura de pavimento para arreglo de tubería .....	66
Ilustración 105. Maquinaria organizada en línea al final de la jornada diaria.....	67
Ilustración 106. Ensayo de compactación base granular.....	68

Ilustración 107. Ensayo de cono y arena.....	68
Ilustración 108. Nomenclatura para el acta única de liquidación de contrato.....	69
Ilustración 109. Formato caja menor .....	71
Ilustración 110. Recibo de adquisiciones sin factura electrónica .....	71
Ilustración 111. Acta única de liquidación del contrato La Girona .....	72
Ilustración 112. Conformación de la subrasante (Acta de liquidación) .....	72
Ilustración 113. Suministro e instalación base granular (Acta de liquidación).....	73
Ilustración 114. Aplicación de riego de imprimación (Acta de liquidación) .....	73
Ilustración 115. Suministro y aplicación de MDC-19 (Acta de liquidación).....	74
Ilustración 116. Localización del proyecto. Vientos de llanada (Google Maps).....	75
Ilustración 117. Localización del proyecto, localización de área a intervenir. (Foto no actualizada. Google Earth) .....	75
Ilustración 118.Plano del proyecto. Tomado de Constructora El Tesoro Dorado.....	75
Ilustración 119. estructura de pavimento general .....	77
Ilustración 120. Retroexcavadora carga de sub-base granular a volqueta en sitio de acople.....	78
Ilustración 121. Volqueta transporta sub-base granular a calle.....	78
Ilustración 122. Volqueta vierte sub-base granular en parte superior de calle.....	78
Ilustración 123. Sub-base granular apilada en calle.....	78
Ilustración 124. Vista transversal calles a pavimentar .....	79
Ilustración 125. Sección calles .....	79
Ilustración 126. Motoniveladora extiende sub-base granular.....	80
Ilustración 127. Vibrocompactador pisando la sub-base granular en calle.....	80
Ilustración 128. Sub-base granular conformada .....	80
Ilustración 129. Inspector y ayudantes revisan la conformación de la sub-base granular .....	80
Ilustración 130. Marmita irrigadora y Dragón.....	81
Ilustración 131. Ayudantes cargan emulsión en la marmita irrigadora .....	81
Ilustración 132. Ayudantes impriman parte inferior de calle .....	81
Ilustración 133. Recibo de despacho de materiales de la planta.....	82
Ilustración 134. Formato Control diario de aplicación de pavimento.....	83

Ilustración 135. Volqueta vierte mezcla asfáltica en tolva de la finisher.....	84
Ilustración 136. Ayudantes vierten mezcla asfáltica alrededor de pozo. ....	84
Ilustración 137. Medición y graduación del tornillo.....	84
Ilustración 138. Tornillero revisando espesor de la carpeta asfáltica .....	84
Ilustración 139. Rastrillero arreglando borde de la carpeta asfáltica .....	85
Ilustración 140. Ayudantes revisan el nivel de mezcla asfáltica alrededor de pozo. ....	85
Ilustración 141. Vibrocompactador pisando carpeta asfáltica.....	85
Ilustración 142. Vibrocompactador pisando borde de carpeta asfáltica .....	85
Ilustración 143. Operario compactando mezcla asfáltica alrededor de pozo con rana .....	85
Ilustración 144. Operario compactando mezcla asfáltica en borde de vía .....	85
Ilustración 145. Compactador de llanta sobre carpeta asfáltica .....	86
Ilustración 146. Compactador de llanta sobre carpeta asfáltica venteada con cemento .....	86
Ilustración 147. Ensayo de relación de soporte del suelo en el laboratorio (Proctor) .....	87
Ilustración 148. Toma muestra para ensayo de cono y arena .....	88
Ilustración 149. Laboratorista y ayudante realizan ensayo de cono y arena .....	88
Ilustración 150. Localización del proyecto. Trivenza (Google Maps) .....	93
Ilustración 151. Localización del proyecto, localización de área a intervenir. (Foto no actualizada. Google Earth) .....	93
Ilustración 152. Estructura de pavimento.....	94
Ilustración 153. Dimensiones de la vía y zanjado .....	94
Ilustración 154. Zanja en carrera 23 abscisa 180.....	95
Ilustración 155. Zanja en carrera 23 abscisa 1300.....	95
Ilustración 156. Recibo de base granular entregado por conductor.....	96
Ilustración 157. Acopio de base granular en carrera 23.....	96
Ilustración 158. Formato de seguimiento de materiales de obra .....	96
Ilustración 159. Zanjado antes de intervenir Carrera 23 .....	97
Ilustración 160. Zanjado antes de intervenir Calle 105.....	97
Ilustración 161. Retroexcavadora excavando la subrasante .....	97
Ilustración 162. Ayudante compactando la subrasante con saltarín .....	97

Ilustración 163. Vibrocompactador pisando la subrasante .....	97
Ilustración 164. Fallo mejorado con bolo de rio.....	98
Ilustración 165. Fallo con mejoramiento y base granular .....	98
Ilustración 166. Ayudante extendiendo la base granular .....	99
Ilustración 167. Inspector y ayudante revisando nivel de la base granular.....	99
Ilustración 168. Ayudante compactando la base granular alrededor de tapa de sumidero .....	99
Ilustración 169. Vibrocompactador compactando la base granular.....	99
Ilustración 170. Operario de minicargador con marmita irrigadora y ayudantes realizando riego de imprimación. ....	100
Ilustración 171. Ayudante realiza riego de imprimación .....	100
Ilustración 172. Recibo de despacho de materiales de la planta.....	101
Ilustración 173. Formato Control diario de aplicación de pavimento.....	101
Ilustración 174. Volqueta vertiendo mezcla asfáltica en tolva del minicargador.....	102
Ilustración 175. Operario del minicargador vertiendo mezcla asfáltica en zanjado .....	102
Ilustración 176. Ayudantes extienden la mezcla asfáltica.....	102
Ilustración 177. Vibrocompactador compactando la carpeta asfáltica.....	102
Ilustración 178. Ayudante verifica nivelación de la carpeta asfáltica.....	102
Ilustración 179. Daño en tubería realizado por la excavación.....	103
Ilustración 180. Trabajador del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB) revisando el arreglo de la tubería.....	103
Ilustración 181. Recibo del botadero .....	104
Ilustración 182. Ensayo de cono y arena entregado por laboratorista .....	105
Ilustración 183. Laboratorista y ayudante realizando ensayo de cono y arena abscisa 50 .....	105
Ilustración 184. Laboratorista y ayudante realizando ensayo de cono y arena abscisa 280.....	105
Ilustración 184. Formato F-20. Formato Reporte diario de personal.....	108

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** Auxiliar en proyectos de infraestructura vial y en proyectos de ingeniería desarrollados por la empresa PAVIMENTOS ANDINOS S.A. – PAVIANDI S.A.

**AUTOR(ES):** Sandra Milena Zafra Rodríguez

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Julián André Galvis Flórez

### **RESUMEN**

Práctica empresarial en la cual se realizó el apoyo como auxiliar en proyectos de infraestructura vial y en proyectos de ingeniería desarrollados por la subgerencia de la empresa PAVIMENTOS ANDINOS S.A. – PAVIANDI S.A. Durante cuatro meses se realizaron las actividades de revisión de planos, cantidades y especificaciones de los proyectos de pavimentación dirigidos por el ingeniero Armando Rodríguez Rodríguez, la revisión de las cantidades en obra, el diligenciamiento de los formatos de control de calidad y la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto.

**PALABRAS  
CLAVE:**

Pavimento, subrasante, sub-base, base, carpeta, asfalto

**Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** Assistant in road infrastructure projects and engineering projects developed by the company PAVIMENTOS ANDINOS S.A. - PAVIANDI S.A.

**AUTHOR(S):** Sandra Milena Zafra Rodríguez

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Julián André Galvis Flórez

### **ABSTRACT**

Internship in which support was provided as an assistant in road infrastructure projects and in engineering projects developed by the sub-management of the company PAVIMENTOS ANDINOS S.A. - PAVIANDI S.A. During four months the activities of reviewing plans, quantities and specifications of the paving projects directed by engineer Armando Rodríguez, the review of the quantities on site, the completion of the quality control forms and the verification of compliance with the technical specifications of the project.were carried out.

### **KEYWORDS:**

Pavement, subgrade, subbase, base, surface, asphalt

**Vº Bº DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## **1. TÍTULO**

Auxiliar en proyectos de infraestructura vial y en proyectos de ingeniería desarrollados por la empresa PAVIMENTOS ANDINOS S.A. – PAVIANDI S.A.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Describir funciones desarrolladas dentro de los proyectos ejecutados como auxiliar en proyectos de ingeniería desarrollados por la empresa, con el fin de registrar el trabajo realizado durante la pasantía.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar la labor de auxiliar en la empresa, en la línea de negocio de obras en infraestructura vial.
- Desarrollar acompañamiento profesional en las actividades propuestas por la empresa en proyectos de construcción, tales como: mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de vías urbanas, autopistas, vías secundarias, puentes, deprimidos vehiculares, muros, box culverts, cunetas, obras de drenaje y obras para la estabilización de taludes.
- Realizar un acompañamiento al inspector o ingeniero director, y mantener un registro escrito y fotográfico del proceso constructivo de la obra.

### **3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

La presente práctica empresarial, tiene como fin brindar apoyo al ingeniero Armando Rodríguez Rodríguez, el subgerente de la empresa, en las obras contratadas en el área metropolitana de Bucaramanga durante el tiempo de la práctica, realizando las labores de seguimiento y control en la etapa de construcción. Los proyectos manejados por la subgerencia son en su mayoría contratos de obras de pavimentación privadas y obras de pavimentación de pequeña y mediana escala con instituciones públicas. No obstante, también se brindará apoyo a otros proyectos de obras de construcción que realice la empresa y en la cual se necesite de apoyo, asimismo se realizaran labores de acompañamiento a subgerencia desde la oficina.

### **4. ANTECEDENTES**

Título: Auxiliar residente de obra en la ejecución de actividades estructurales del proyecto Aziz condominio de la empresa Fenix Construcciones S.A

Autor: Luis Felipe Arenas Osorio [1]

Resumen: En este proyecto el estudiante se desempeñó como Auxiliar de Residencia donde brindaba apoyo al Ingeniero Residente de Obra, en una obra de construcción de la empresa FENIX CONSTRUCCIONES S.A., donde se manejó un sistema constructivo tradicional con placas macizas con vigas descolgadas.

Tipo de fuente: Trabajo de grado

Título: Apoyo al ingeniero residente en la construcción del edificio KAOBA en la ciudad de Bucaramanga, por parte de la empresa OTACC S. A

Autor: Mayerlin Diaz Cuevas [2]

Resumen: Este informe describe la práctica empresarial realizada por el autor en la empresa OTACC S.A específicamente en la especialidad de edificaciones, brindando apoyo a las actividades que realiza el ingeniero residente y requerimientos solicitados por dicha especialidad. Participando en el seguimiento, la supervisión, y ejecución del proceso constructivo del edificio KAOBA ubicado en Bucaramanga.

Tipo de fuente: Trabajo de grado

Título: Auxiliar residente de obra movimiento de tierra del proyecto RUITOQUE PARK, en Ruitoque bajo.

Autor: Dary Marcela Espinosa Rivera [3]

Resumen: En este informe se muestran las actividades como auxiliar ingeniero residente para el movimiento de tierra del proyecto RUITOQUE PARK HOUSE. Las actividades se basaron en la supervisión de las excavaciones realizadas en campo y control de cantidades de obra de las actividades administrativas.

Tipo de fuente: Trabajo de grado

Título: Apoyo al ingeniero residente en la construcción del puente vehicular sobre el río frío para conectar el sector San Jorge-Villamil del municipio de Girón, departamento Santander

Autor: Carlos Alfonso Báez Mesa [4]

Resumen: El documento presenta el trabajo realizado como auxiliar de ingeniería en el proyecto del puente San Jorge, estructura atirantada con diecisiete punto cinco (17.5) metros de altura, sesenta punto siete (60.7) metros de largo y doce (12) metros de ancho, donde se desarrollaron actividades de control de calidad de la estructura metálica, de los concretos estructurales, los aceros de refuerzo y las pruebas de densidad de campo.

Tipo de fuente: Trabajo de grado

Título: Apoyo al residente y el área administrativa en la construcción de obras civiles de la empresa constructora INGENIERÍA SAN SEBASTIAN S.A.S

Autor: Luis Adalberto Solano Diaz [5]

Resumen: En este informe se describe la práctica empresarial realizada por el autor en donde se describe el desarrollo de un proyecto de vivienda en su fase de mampostería y replanteo, donde se realizaron labores de apoyo al residente de obra y al área administrativa verificando los pagos de distribuidores, control de los materiales de construcción que ingresaran a la obra y su correcta disposición, así como la supervisión de las normas de seguridad en la obra.

Tipo de fuente: Trabajo de grado.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Descripción de la empresa

PAVIMENTOS ANDINOS S.A. – PAVIANDI S.A., es una empresa de ingeniería civil especializada principalmente en la construcción de obras de infraestructura vial, amoblamiento urbano y obras de saneamiento básico. Las oficinas están ubicadas en la Calle 31a # 26 – 15, dentro del Centro Empresarial La Florida, en el municipio de Floridablanca, Santander.

TELÉFONO: (+57) (7) 638 38 66

CORREO ELECTRÓNICO: administracion@paviandi.com

LOGO:



*Imagen 1. Logo de empresa PAVIMENTOS ANDINOS S.A*

Fuente: Pagina web Pavimentos Andinos S.A ([www.paviandi.com](http://www.paviandi.com))

### *Experiencia de la empresa*

Algunos de los proyectos destacados dentro del portafolio son el Intercambiador Neomundo, La estación principal de Metrolínea UIS, el Intercambiador Papi Quiero Piña, el Intercambiador Mesón de los Búcaros y la ejecución de las obras correspondientes a calzadas, espacio público, separadores de calzadas, nivelación de pozos, demarcación, señalización y obras complementarias de la Pre troncal Carrera 17 y vías de uso del sistema integrado de transporte masivo SITM.

### ***Líneas de negocio***

La empresa tiene cuatro líneas de negocios; Las obras de infraestructura vial, la producción y comercialización de mezclas asfálticas, las obras de saneamiento básico, y el servicio de alquiler de maquinaria.

### ***Gestión de calidad***

La empresa cuenta con laboratorio propio dotado de la última tecnología en equipos de control y medición de parámetros, según la norma que lo rija.

Dentro de la organización existe un departamento encargado de velar por la calidad de todos los procesos, tanto operativos como administrativos, estos están certificados bajo las normas ISO 9001, 14001 y OHSAS 18001, las cuales exigen los más altos estándares en el desarrollo de los procesos, garantizando la calidad, conservación del medio ambiente y el bienestar de los trabajadores en el desempeño de sus actividades

## **5.2 Obras en infraestructura vial**

La empresa se especializa en la construcción, mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de vías urbanas, autopistas, vías secundarias, puentes y deprimidos vehiculares. Adicionalmente realiza todo tipo de obras anexas como son los muros, box culverts, cunetas, obras de drenaje, alcantarillados, estabilización de taludes, y otras.

La empresa produce y comercializa mezclas asfálticas en caliente, con asfaltos convencionales y con asfaltos modificados, así como también materiales granulares, como lo son las bases granulares, sub-bases granulares y triturados, todo ello enmarcado dentro de las especificaciones INVIAS, las cuales son cumplidas en su totalidad en todos los productos.

También cuenta con una amplia flota de maquinaria y equipos, como terminadoras de asfalto, excavadoras, retrocargadores, vibro compactadores, compactadores de llantas, motoniveladoras y volquetas entre otros, las cuales le permiten asumir compromisos con diferentes clientes, tanto privados como públicos.

### **5.3 Definiciones**

#### ***Constructor***

Es el oferente, persona natural o jurídica, adjudicatario del contrato para ejecutar los trabajos de construcción, que ha de cumplir lo establecido en el pliego de condiciones y en las especificaciones generales y particulares correspondientes. [6]

#### ***Contrato***

Convenio escrito que describe el alcance, el valor, y la forma de pago de los trabajos de obra por realizar y que cubre el suministro de materiales, mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la ejecución de cada obra en acuerdo con las especificaciones generales y las particulares y los demás documentos del proyecto según lo establezca el Pliego de Condiciones, así como la responsabilidad del Constructor sobre la estabilidad de los trabajos. [6]

#### ***Obra***

Trabajos y suministros especificados, diseñados, mostrados o contemplados en el contrato para la construcción de un proyecto, incluyendo todas las variaciones, correcciones, o extensiones por adición o modificación del contrato, o por instrucciones escritas del contratante. [6]

### ***Calidad***

El constructor deberá incluir dentro de su organización administrativa el diseño e implementación de un sistema de gestión de calidad. Para cumplir con este requisito la empresa utiliza la norma NTC ISO 9001 vigente. [6]

### ***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 las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos. [7]

### ***Pavimento flexible***

Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado. [7]

### ***Pavimento rígido***

Es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub-base del pavimento rígido. [7]

### ***Transporte de equipos y materiales***

El transporte de equipos, de materiales de excavaciones, materiales pétreos y demás materiales y mezclas provenientes de la zona de los trabajos o con destino a las obras objeto del contrato, debe cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente. Durante el acarreo de los materiales de construcción o generados durante el proceso constructivo

estos deberán ser protegidos con recubrimiento debidamente asegurado a la carrocería del vehículo. [6]

### ***Organización de los trabajos***

Los trabajos se deberán ejecutar de manera que no causen molestias a personas ni daños a estructuras servicios públicos, cultivos, y otras propiedades cuya destrucción no están previstos en los planos ni sea necesarios para la construcción de las obras. Igualmente se minimizarán de acuerdo con las medidas de manejo ambiental las afectaciones sobre los recursos naturales y la calidad ambiental del área de influencia de los trabajos. [6]

### ***Equipo***

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados. Los equipos por utilizar en las obras de pavimentación son: Motoniveladora, Vibro compactador, Apisonador, Minicargador, Retroexcavadora, Asfaltadora (Finisher), y la herramienta menor, entre otros.[8]

### ***Acopio de agregados***

Los agregados se deberán acopiar en cobertizos o cubriéndolos con plástico de manera que no sufran daños o transformaciones perjudiciales. Cada agregado diferente se deberá acopiar por separado, para evitar cambios en su granulometría original. Los últimos quince centímetros (15 cm) de cada acopio que se encuentren en contacto con la superficie natural del terreno no deberán ser utilizados, a menos que se hayan colocado sobre una lona que prevenga la contaminación del material de acopio o que la superficie tenga pavimento asfáltico o rígido. [8]

### ***Ensayos***

El constructor será el encargado de la toma de todas las muestras que exigen las especificaciones para verificar su conformidad con los requisitos impuestos en ellas. Siempre que los ensayos den resultados no satisfactorios el constructor será el responsable las consecuencias que se derivan de ello, y todas las correcciones o reparaciones que haya a lugar correrán a su exclusivo cargo. [8]

### ***Controles***

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la respectiva especificación.
- Vigilar la regularidad en la distribución de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo.
- Pedir los ensayos de compactación del laboratorio.
- Verificar la densidad seca de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso siempre que ella sea necesaria. Este control se realizará en el espesor de capa construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y velar por el cumplimiento de todas las disposiciones relacionadas con el manejo ambiental. [8]

***Subrasante***

Superficie especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento. [7]

***Sub-base granular***

Se denomina Sub-base granular a la capa o capas granulares localizadas entre la subrasante y la base granular en todo tipo de pavimento. [8]

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de sub-base granular aprobado sobre una superficie preparada en una o varias capas de conformidad con los alineamientos pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto. [8]

***Base granular***

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de base granular aprobado sobre una superficie preparada en una o varias capas de conformidad con los alineamientos pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto. [8]

***Riego de imprimación***

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de una emulsión asfáltica o un asfalto líquido, sobre una superficie granular terminada previamente a la extensión de una capa asfáltica. [9]

***Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua***

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación de una o más capas de mezcla asfáltica de gradación continua, preparada y colocada en caliente, de acuerdo con la especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos y/o especificaciones. [9]

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1 Inducción**

Se realiza el ingreso al proyecto con un día de inducción, donde se conoce toda la información de la empresa, las normas de seguridad, los proyectos actuales, las funciones y las labores a realizar, el ámbito de trabajo, el personal de trabajo, la distribución del personal, el jefe inmediato, y el reglamento interno, entre otras.

### **6.2 Revisión de planos, cantidades y especificaciones**

Se establece entre las labores a realizar por el auxiliar la revisión de planos, cantidades y especificaciones de los proyectos de pavimentación dirigidos por el Ingeniero Armando Rodríguez Rodríguez.

### **6.3 Revisión de las cantidades de obra**

Se requiere revisar y diligenciar los formatos de las entradas de material a las obras de pavimentación, guardar los recibos de entrega del material y hacer entrega al Ingeniero Armando Rodríguez Rodríguez.

#### **6.4 Verificación de cumplimiento de las especificaciones técnicas**

En esta actividad se realiza el acompañamiento al inspector de la obra junto al Ingeniero Armando Rodríguez Rodríguez, tomando medidas, revisando espesores de material compactado en obras de pavimentación, realizando registros escritos y fotográficos, y revisando que se realicen los respectivos ensayos para determinar el cumplimiento de los procesos constructivos en la obra.

#### **6.5 Control de calidad de los materiales**

Llevar un seguimiento adecuado de los materiales, diligenciando los formatos de calidad de la empresa.

## **7. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL**

A continuación, se muestra un informe de avance del desarrollo de la práctica empresarial.

Se desarrolló el acompañamiento al ingeniero Armando Rodríguez Rodríguez como auxiliar de ingeniería en dos obras de pavimentación con contratación privada, en las etapas de planeación y revisión de las especificaciones de los proyectos de pavimentación, la supervisión de los materiales y cantidades de obra, la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas, el control de calidad y el manejo de personal en las obras.

### **7.1 Proyecto de pavimentación de vía de acceso al conjunto residencial VENTURA de la constructora MARVAL**

#### ***Especificaciones del proyecto***

El proyecto consta de la pavimentación del acceso al conjunto residencial Ventura, de la constructora MARVAL, ubicado en la Calle 16 #200-425, municipio de Floridablanca. Para el proyecto se aplica una mezcla asfáltica en caliente de tipo denso (MDC). El área total por pavimentar es de 1170 m<sup>2</sup> y la estructura de pavimento a aplicar está conformada por una sub-base granular de 15 cm de espesor, una base granular de 15 cm de espesor y una carpeta asfáltica de 7.5 cm de espesor. Las cantidades planeadas son de 228.15 m<sup>3</sup> de sub-base granular, 228.15 m<sup>3</sup> de base granular y 109.3 m<sup>3</sup> de carpeta asfáltica. La ejecución de los trabajos se realizará a conformidad de la norma INVIAS ART. 300.4.

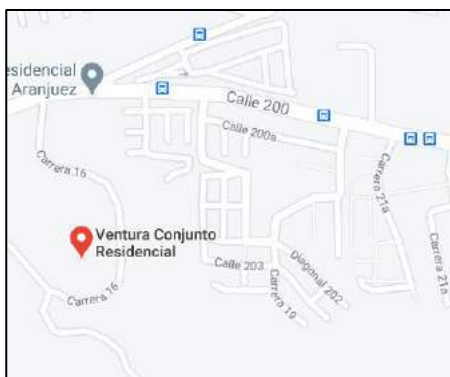


Ilustración 1. Localización del proyecto. Conjunto residencial Ventura (Google Maps)



Ilustración 2. Localización del proyecto, localización de área a intervenir. (Foto no actualizada. Google Earth)

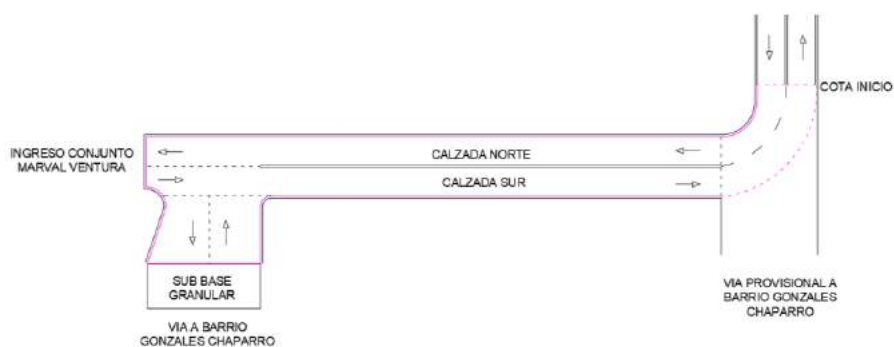


Ilustración 3. Vista en planta de vía a pavimentar

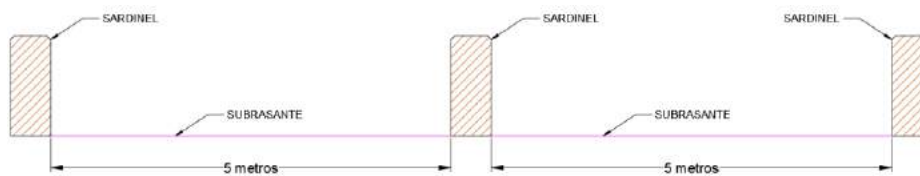
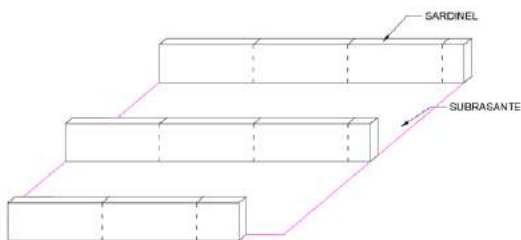


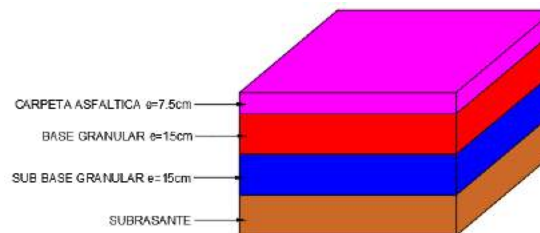
Ilustración 4. Vista transversal vía a pavimentar



Ilustración 5. Convenciones utilizadas de vía a pavimentar



*Ilustración 6. Sardineles que acotan la vía a pavimentar*



*Ilustración 7. Estructura de pavimento*

### ***Proceso constructivo***

La cuadrilla para trabajar en el proyecto está conformada por un inspector y dos ayudantes. En la carpeta asfáltica trabajó una cuadrilla dedicada únicamente a este proceso.

#### El proceso constructivo fue el siguiente:

Debido a que el acceso a la vía a pavimentar es una vía concurrida de ingreso a un barrio, y que no había una zona apta de acople de materiales por la estrechez del lugar, el inspector tuvo que organizar a medida que transcurría la obra para acoplar los materiales y despejar zonas para continuar la obra. La organización de los trabajos fue la siguiente:

Conformación de subrasante calzada sur, conformación de sub-base calzada sur, conformación de subrasante calzada norte, conformación de sub-base calzada norte, conformación de subrasante curva acceso, conformación de sub-base granular curva de acceso, conformación de subrasante ingreso al conjunto, conformación de subrasante en bahía, conformación de sub-base granular en ingreso al conjunto y bahía, conformación de base granular iniciando en calzada sur y procediendo al resto del área, conformación de carpeta asfáltica iniciando en curva de acceso calzada norte y finalizando en salida de vía al barrio Gonzales-chaparro.

### *Subrasante*

La vía a pavimentar acceso al edificio residencial Ventura se encuentra acotada por sardineles en concreto de 55 cm de altura. Se vertió material de la sub-base granular en la calzada norte y se inició la conformación de la subrasante en la calzada sur. Se observa suelo arcilloso, de color naranja y alto nivel de humedad en el suelo.

Seriado de la subrasante: Se utiliza un hilo y un tubo de PVC con las marcas de los espesores para facilitar mediciones de nivel a lo largo y ancho de la calzada. De esta manera se realizan las mediciones del nivel de la subrasante para dar indicación al operario de la motoniveladora de lo que se necesita retirar de material. La retroexcavadora se utilizó para seriar zonas de difícil acceso para la motoniveladora.



*Ilustración 8. Calzada sur antes de ser intervenida*



*Ilustración 9. Seriado de la subrasante calzada sur*



*Ilustración 10. Seriado de la subrasante calzada sur*

Conformación de la subrasante con motoniveladora: el operario de la motoniveladora procede a retirar material húmedo y alistar el terreno.



*Ilustración 11. Motoniveladora nivelando la subrasante calzada sur*



*Ilustración 12. Subrasante conformada calzada sur*



*Ilustración 13. Excavación y retiro de material en curva acceso*



*Ilustración 14. Ubicación y demarcación de curva de acceso*

Compactación de la subrasante: Al estar los niveles de la subrasante conformados, se inicia la compactación del suelo.



*Ilustración 15. Inicio de compactación de subrasante calzada sur*



*Ilustración 16. Compactación subrasante curva acceso*

Imprevistos: Al retirar los lodos se observa una roca grande que debe ser partida y retirada hasta nivel de subrasante y dos fallas donde el suelo presentaba hundimiento que debieron ser excavadas y retirado el material para mejorar subrasante utilizando la sub-base granular.



*Ilustración 17. Fallas encontradas en la subrasante, calzada norte*



*Ilustración 18. Detalle de falla de subrasante calzada norte*

### ***Sub-base granular***

Se inicia la conformación de la sub-base granular en la calzada sur. Los materiales de la sub-base granular deben cumplir con los requisitos establecidos en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS (Art. 320). La sub-base granular se extrae de Pescadero, Santander; en la planta Avenza Pescadero. El ensayo de compactación INV-E- 142 otorgado por la planta dio como resultado una densidad máxima de  $2.06 \text{ Kg/m}^3$ , y una humedad óptima de 6.5%.

Las volquetas vierten el material en el acceso, la motoniveladora procede a esparcir el material y se revisan los niveles. El espesor final es de 15 cm, el grado de compactación es de 1.3 por lo cual la capa de material suelto se debe dejar de aproximadamente 19.5 cm de espesor, para que al compactar cumpla la especificación.



*Ilustración 19. Vertimiento sub-base granular calzada sur*



*Ilustración 20. Esparcimiento de la sub-base granular calzada sur*



*Ilustración 21. Motoniveladora seriando sub-base granular calzada norte*



*Ilustración 22. Motoniveladora nivelando sub-base granular calzada sur*

Humedad de la sub-base: Un carro tanque vierte agua para garantizar humedad optima de la sub-base granular del 6% (Ensayo de compactación INV-E-142 suministrado por IMT S.A.S).



*Ilustración 23. Carrotanque mojando sub-base granular*



*Ilustración 24. Seriado de la sub-base granular calzada sur*

Compactación de la sub-base granular: Al estar los niveles de la subrasante conformados, se inicia la compactación de la sub-base. El operador realiza esta actividad hasta que la carpeta no se ondule al pasar el vibrocompactador, esto es una señal de que se ha alcanzado el grado de compactación.



*Ilustración 25. Compactación de la sub-base granular calzada sur*

### ***Base granular***

Se inicia la conformación de la base granular en la calzada sur. Los materiales de la base granular deben cumplir con los requisitos establecidos en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS (Art. 330). La base granular se extrae de Pescadero, Santander; en la planta Avenza Pescadero. El ensayo de compactación INV-E- 142 otorgado por la planta dio como resultado una densidad máxima de 2.08 Kg/m<sup>3</sup>, y una humedad óptima de 6.0%.

Las volquetas vierten el material en el acceso y la motoniveladora procede a esparcir el material, se revisan los niveles. El espesor final es de 15 cm, el grado de compactación es de 1.3 por lo cual la capa de material suelto se debe dejar de aproximadamente 19.5 cm de espesor, para que al compactar cumpla la especificación de 15 cm de espesor.



*Ilustración 26. Volqueta vertiendo base granular en calzada sur*



*Ilustración 27. Motoniveladora nivelando base granular calzada sur*

Seriado de la base granular: Los ayudantes cortan y pintan con color tacos de madera para ubicarlos en las abscisas, se ubican cada tres metros aproximadamente y se mide la altura a la que debe quedar el nivel de la base compactada y de esta manera el operador pueda revisar los niveles. La carpeta asfáltica toma la forma de la base granular, por este motivo debe quedar con perfecta nivelación.



*Ilustración 28. Ubicación de tacos en base granular*



*Ilustración 29. Taco ubicado en base granular*

Compactación de la base granular: Al estar los niveles de la base conformados, se inicia la compactación. El operador realiza esta actividad hasta que la carpeta no se ondule al pasar el vibrocompactador, esto es una señal de que se ha alcanzado el grado de compactación.

Humedad de la base: Un operario vierte agua del carro tanque para garantizar humedad óptima de la base granular del 6.0% (Ensayo de compactación INV-E-142 suministrado por IMT S.A.S).



*Ilustración 30. Operador mojando base granular para garantizar humedad óptima*



*Ilustración 31. Compactación base granular calzada sur*

Cemento: Se vierte cemento sobre la base granular con el fin de llenar los espacios vacíos, mejorar la compactación de la base y protegerla de aguas lluvias.



*Ilustración 32. Ayudantes esparcen cemento por la base granular*

### ***Imprimación***

Al revisar que los requisitos especificados en cuanto a conformación, compactación y acabado de la base granular se cumplan y que ella no se haya reblandecido por exceso de humedad se procede a iniciar el proceso de irrigación de la emulsión asfáltica. En caso de que sobre la superficie por imprimir se observen fallas o imperfecciones, se debe corregir. La superficie que ha de recibir la imprimación debe ser limpiada cuidadosamente de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial.

La superficie debe ser humedecida, sin llegar a la saturación, previamente al riego de imprimación. La aplicación del ligante se hace de manera uniforme, tanto longitudinal como transversalmente.

Emulsión utilizada: Emulsión asfáltica de lenta absorción, composición: 50% emulsión, 50% agua. Se calienta en el irrigador a 60°C.

Los sardineles, susceptibles de ser manchados por el ligante, deben ser protegidos antes de aplicar el riego, dos ayudantes ubicaron láminas de zinc para cubrir los sardineles mientras otro operador realizaba el riego de imprimación.

Se inicia la imprimación en la curva de acceso calzada norte y se termina en la salida de la calzada sur.



*Ilustración 33. Operarios cargan emulsión en irrigador*



*Ilustración 34. Minicargador ubica irrigador al inicio de la calzada norte*



*Ilustración 35. Operarios realizan la imprimación en vía calzada norte*



*Ilustración 36. Socavación de imprimación por fuertes lluvias*

### *Carpeta asfáltica*

Debido a las lluvias se limpió, compactó e imprimó a mano algunas partes de la vía donde se desplazó o socavó el material. Se inició la pavimentación calzada norte desde curva de acceso, se compactó y se esparció cemento encima de la carpeta asfáltica para llenar vacíos.

Se utilizó una mezcla asfáltica en caliente de tipo denso de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 19 mm (MDC-19). La temperatura de salida de la mezcla asfáltica de la planta es de 155°C.

La mezcla se extiende por medio de una máquina pavimentadora vibroextendedora (finisher) para extender y conformar la mezcla de acuerdo con los alineamientos: el ancho de la calzada de 5 metros y el espesor de 9.375 cm antes de compactar (Grado de compactación de carpeta asfáltica 1.25). En las áreas con obstáculos inevitables o con sobre anchos que no permitan el uso de pavimentadora, se extiende la mezcla manualmente.



*Ilustración 37. Volqueta vertiendo mezcla asfáltica a la tolva de la finisher*



*Ilustración 38. Vibroextendedora (finisher) iniciando en curva de acceso norte*

La medición del espesor del pavimento se realiza por medio de un tornillo graduado con la medida aproximada de 9.375 cm (7.5 cm x 1.25).



*Ilustración 39. Tornillo con medida aproximada a 9.375 centímetros*

La temperatura de tolva es de 140°C. La temperatura de aplicación del pavimento es de 120°C. La temperatura debe disminuir hasta los 100°C en curva de acceso antes de compactar, esto debido a que la curva cuenta con una pendiente del 20% y se debe evitar el desplazamiento del material por el vibrocompactador. Se compacta curva desde cota superior hasta 30 metros de la cota inferior para prevenir deslizamiento de la carpeta asfáltica.



*Ilustración 40. Ayudantes nivelando mezcla asfáltica en curva de acceso norte*



*Ilustración 41. Tornillero midiendo espesor*



*Ilustración 42. Finisher y ayudantes trabajan en calzada norte*



*Ilustración 43. Compactación de la carpeta asfáltica*

Al terminar de compactar, se vierte cemento encima de la carpeta para sellar vacíos y se pasa el sellador de llanta para darle acabado a la carpeta asfáltica.



*Ilustración 44. Ayudantes vierten cemento acceso calzada norte*



*Ilustración 45. Compactador de llanta*

### ***Manejo de aguas***

La precipitación generó inconvenientes en el desarrollo de la obra, la fuerte lluvia durante las noches retiraba, socavaba el material y generaba humedades que se trasladaban de los sardineles a la subrasante y contaminaba los materiales granulares.



*Ilustración 46. Charco generado por fuertes lluvias en la sub-base granular*



*Ilustración 47. Fuertes lluvias ocasionaron desplazamiento de material granular y grandes charcos*

Debido a los problemas con el manejo de aguas, hubo sectores donde el material tuvo que ser retirado, y el agua tuvo que ser retirada por un ayudante para airear y secar el material y proceder a seriar y compactar la zona afectada.



*Ilustración 48. Exceso de humedad en la base granular después de fuertes lluvias*



*Ilustración 49. Retiro de material de la sub-base granular por enlodamiento de subrasante*

Manejo de agua: se tomaron acciones preventivas y correctivas para el manejo de las aguas lluvias: todos los días al finalizar la jornada se ubicaron sacos de arena en las zonas más vulnerables: en la curva de acceso se ubicaron sacos para desviar las aguas lluvias y llevarlas a los sumideros, con el fin de evitar el deslizamiento y socavación del material.



*Ilustración 50. Ayudantes ubican sacos de arena en curva de acceso*



*Ilustración 51. Sacos de arena ubicados a 45° del sumidero para encausar aguas*

Otra medida que se tomó fue la de verter cemento en la curva de acceso, sobre la base granular para llenar vacíos y evitar el retiro del material por el agua. Estas acciones ayudaron a contener el agua, sin embargo, las fuertes lluvias durante la noche generaban estragos que tenían que ser solucionados en las primeras horas de la mañana.



*Ilustración 52. Aplicación de cemento en curva de acceso*



*Ilustración 53. Ayudantes esparcen cemento en zonas susceptibles al agua*

### ***Equipos utilizados***

- Motoniveladora
- Vibro compactador Tándem de 2 Ton
- Minicargador
- Retroexcavadora
- Compactador de llanta
- Pavimentadora de asfalto de cadenas (Finisher)
- Herramienta menor

### ***Materiales de construcción***

- Sub-base granular
- Base granular
- Emulsión asfáltica de rompimiento lento (CRL-1)
- Carpeta asfáltica MCD-19
- Cemento
- Agua

## Ensayos

Ensayo de compactación: La empresa IMT SAS Ingeniería suministra el ensayo de compactación (INV-E-142-13) de la sub-base granular y de la base granular.

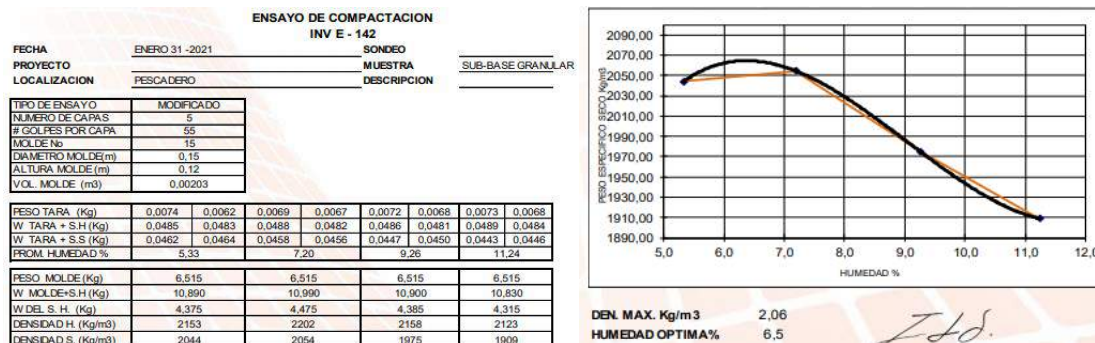


Ilustración 54. Ensayo de compactación sub-base granular

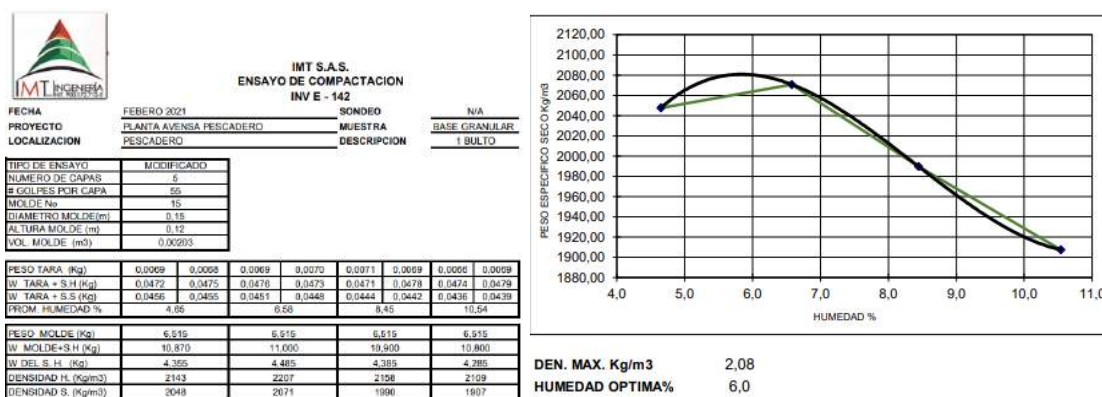


Ilustración 55. Ensayo de compactación base granular

Ensayo de cono y arena: Se realizó el ensayo de campo de densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena (INV-E-161-13). Se tomaron dos muestras de la sub-base granular y dos muestras de la base granular para comprobar que cumplen con la densidad y la humedad óptima. La humedad varía en las muestras y debe ser cercana a la humedad óptima para cumplir con las especificaciones.

**Tabla 1***Porcentaje de compactación y humedad de la sub-base granular*

<b>Sub-base granular</b>	<b>Corrección peso unitario INV-E 143</b>	<b>Humedad</b>
Muestra 1	104	6.1%
Muestra 2	102	5.0%

**Tabla 2***Porcentaje de compactación y humedad de la base granular*

<b>Base granular</b>	<b>Corrección peso unitario INV-E 143</b>	<b>Humedad</b>
Muestra 1	101	5.2%
Muestra 2	100	4.5%

*Ilustración 56. Ensayo de cono**Ilustración 57. Medición de humedad*

**Cantidades**Resumen de materiales recibidos:**Tabla 3***Resumen de materiales recibidos*

Sub-base granular	20 viajes (13m <sup>3</sup> )	260 m <sup>3</sup>
Base granular	18 viajes (13m <sup>3</sup> )	234 m <sup>3</sup>
Carpeta asfáltica MDC-19	8 viajes (13m <sup>3</sup> )	108 m <sup>3</sup>

Resumen de materiales aplicados por área:**Tabla 4***Resumen de materiales aplicados*

Sub-base granular	1330.11 x 0.15 x 1.30	259.4 m <sup>3</sup>
Base granular	1192.34 x 0.15 x 1.30	232.5 m <sup>3</sup>
Carpeta asfáltica MDC-19	1192.34 x 0.075 x 1.25	111.8 m <sup>3</sup>

Imprimación = 1192.34 m<sup>2</sup>

Cemento = 21 bultos

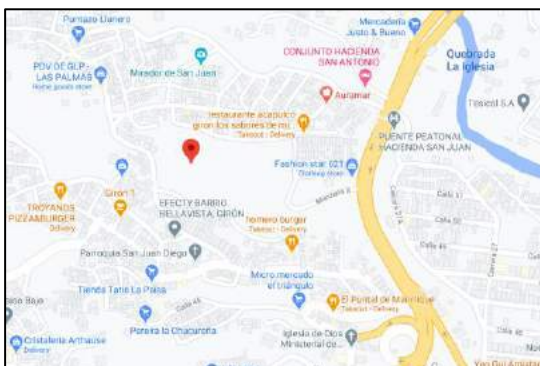
**Área total pavimentada = 1192.34 m<sup>2</sup>**

## 7.2 Proyecto de pavimentación de vía de acceso al predio de la empresa CABLECOL ubicado en La Girona

### *Especificaciones del proyecto*

Empresa contratante: Cablecol

Localización el proyecto: La Girona, municipio de girón.



*Ilustración 58. Localización del proyecto. La Girona (Google Maps)*



*Ilustración 59. Localización del proyecto, localización de área a intervenir. (Foto no actualizada. Google Earth)*



*Ilustración 60. Plano del proyecto en planta*

### *Descripción del proyecto*

El proyecto consiste en la pavimentación de una vía de acceso interna, de un lote en el barrio Bellavista, ubicado en el municipio de Girón. El área proyectada a pavimentar es de 1820 m<sup>2</sup>. La estructura de pavimento cuenta con base granular, emulsión asfáltica de rotura lenta, y mezcla asfáltica en caliente de tipo denso de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 19 mm (MDC-19).

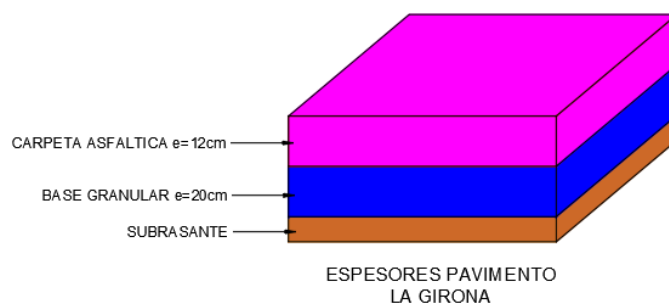
La estructura de pavimento a aplicar está conformada por una base granular de 20 cm de espesor y una carpeta asfáltica de 12 cm de espesor, aplicada en una capa. La ejecución de los trabajos se realizará a conformidad de la norma INVIAS ART. 300.4. (La norma INVIAS indica que el espesor máximo a aplicar la carpeta asfáltica por capa es de 7.5 cm, pero en las obras privadas se permite utilizar espesores mayores por capa a conformidad del contratante).

Las cantidades proyectadas para el proyecto son:

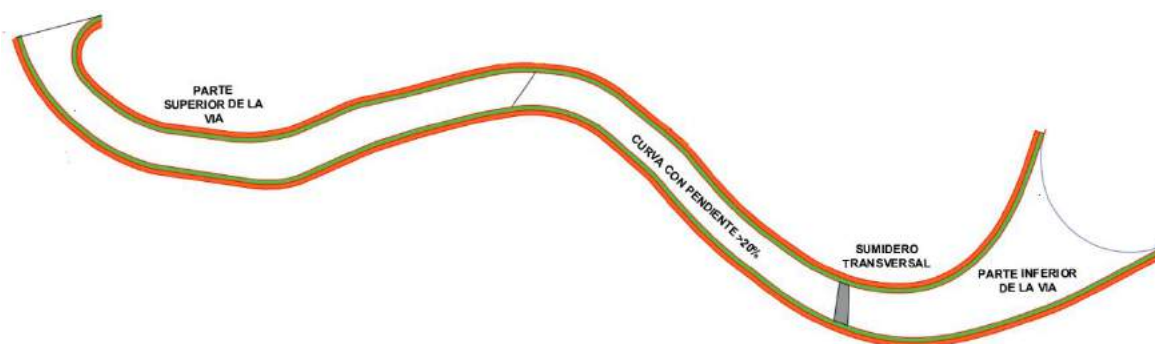
**Tabla 5**

*Cantidades proyectadas para el proyecto La Girona*

<b>MDC-19</b>	286 m <sup>3</sup>
<b>Base BG27</b>	442 m <sup>3</sup>
<b>CRL-1</b>	277 GLN
<b>CRR-1</b>	139 GLN



*Ilustración 61. Estructura de pavimento*



*Ilustración 62. Trazado de la vía en planta*

### ***Proceso constructivo***

La cuadrilla para trabajar en el proyecto está conformada por un inspector y cuatro ayudantes.

El proceso constructivo fue el siguiente: El proyecto se organizó en dos fases, la primera fase consiste en la conformación de la base granular; para esto se realizó el seriado de la subrasante, la compactación de la subrasante, el seriado de la base granular y la compactación de la base granular en tramos de aproximadamente 100 metros de longitud iniciando desde la parte superior del predio. La segunda parte consiste en la conformación de la carpeta asfáltica después de terminada la primera fase.

### ***Transporte y acople de los materiales***

El transporte de material granular desde la planta ubicada en pescadero hasta el sitio de la obra se realiza por medio de cinco (5) volquetas que realizan treinta y un (31) viajes con una carga de trece metros cúbicos ( $13\text{m}^3$ ) cada una. Las cantidades finales pueden variar al final del proyecto debido a imprecisiones en la medición del área total a pavimentar.

Las volquetas realizan en promedio dos viajes por día, tarda cuatro días (teniendo en cuenta los imprevistos en la vía) en transportar la cantidad total de la base granular proyectada desde la planta a la obra.

Cada transportador debe entregar al inspector o ingeniero a cargo el recibo de la planta donde se indican los datos del vehículo y la cantidad de material que se cargó a la volqueta.

Cada transportador también debe hacer entrega al inspector de los recibos de los peajes que pagó en el recorrido a recoger el material en la planta y llevarlo al sitio de la obra. En esta obra cada conductor debe hacer entrega de dos recibos de peajes por cada entrega de carga.

Los recibos del material y los recibos de los peajes deben ser organizados y guardados para posterior entrega a la oficina, junto con el formato de seguimiento de materiales de obra que debe ser diligenciado diariamente.

El sitio de acople es una terraza plana con el suelo previamente compactado para evitar la contaminación de la base granular.



*Ilustración 63. Acopio de base granular*

SANCHEZ CONSTRUCCIONES LTDA.		Título: Héctor Sánchez Rueda	
ENTREGA O RECIBO DE MATERIALES		Céd. 315 393 5336	
Título Minero: 0335 - 68		Notificación: Cra. 6A No. 4-12	
		Piedecosta - Santander	
Ciudad y Fecha	Nombre		
Vehículo No.	Capacidad	Viaje No.	Hora Despacho
Material Transportado y Proveniencia		Hora Recibo	
Destino	Abocina		
Transportado por	Recibido por		

*Ilustración 64. Recibo de base granular entregado por conductor*





*Ilustración 68. Vía antes de ser intervenida (tramo superior)*



*Ilustración 69. Vía antes de ser intervenida (tramo medio)*



*Ilustración 70. Vía antes de ser intervenida (tramo inferior)*

**Cimbrado:** Se utiliza un hilo con mineral de pigmento rojo para marcar el espesor del pavimento, tomando como referencia la parte superior del sardinel. La especificación del proyecto indica que el guarda rueda debe quedar de 20 cm de alto; con esta indicación, se mide la distancia desde la corona del sardinel hasta donde va a quedar la estructura del pavimento o base granular, según la fase, y se realizan marcas sobre el sardinel cada 4 metros aproximadamente. Entre dos marcas se extiende el hilo con el pigmento para realizar una línea entre los dos puntos y dejar una marca física del nivel al que debe llegar la estructura.



*Ilustración 71. Cimbrado*

**Seriado de la subrasante:** Se utiliza un hilo y un tubo de PVC con las marcas de los espesores para facilitar mediciones de nivel a lo largo y ancho de la calzada. De esta manera se revisa el nivel de la subrasante para dar indicación al operario de la retroexcavadora y de la motoniveladora de lo que se necesita retirar de material.



*Ilustración 72. Seriado de la subrasante parte superior*

Conformación de la subrasante: los operarios de la retroexcavadora y de la motoniveladora proceden a retirar material y alistar el terreno. Al estar los niveles de la subrasante conformados, se inicia la compactación del suelo.



*Ilustración 73. Motoniveladora seriendo subrasante*



*Ilustración 74. Retroexcavadora seriendo subrasante*



*Ilustración 75. Compactación de la subrasante*

### ***Base granular***

Se inicia la conformación de la base granular en la parte superior. Los materiales de la base granular deben cumplir con los requisitos establecidos en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS (Art. 330). La base granular es Tipo A (BG\_A) y se extrae en Pescadero, Santander; en la planta de la empresa SANCHEZ CONSTRUCCIONES LTDA.

La retroexcavadora carga la base granular en una volqueta al servicio de la obra, la cual vierte el material en la vía y la motoniveladora procede a esparcir el material, se revisan los niveles. En los lugares en los que la motoniveladora no puede acceder el operario del minicargador realiza el seriado de la base. Las zonas en que el minicargador no puede acceder son seriadas manualmente por los ayudantes de la cuadrilla. El espesor final es de 20 cm, el grado de compactación es de 1.3 por lo cual la capa de material suelto se debe dejar de aproximadamente 26 cm de espesor, para que al compactar cumpla la especificación.



*Ilustración 76. Retroexcavadora cargando base granular a volqueta*



*Ilustración 77. Motoniveladora nivelando base granular*



*Ilustración 78. Minicargador seriando la base en lugar estrecho*



*Ilustración 79. Motoniveladora, minicargador, ayudante y volqueta seriando parte inferior de la vía*

Humedad de la base: Un operario vierte agua del carro tanque para garantizar humedad óptima de la base granular. (Ensayo de compactación INV-E-142 suministrado por IMT S.A.S).



*Ilustración 80. Operador mojando base granular para garantizar humedad óptima parte superior*



*Ilustración 81. Operador mojando base granular para garantizar humedad óptima parte inferior*

Seriado de la base granular: Los ayudantes cortan y pintan con color rojo (facilita localización) los tacos para ubicarlos en las abscisas, estos se ubican y se mide la altura a la que debe quedar la base compactada para revisar que el espesor sea de 20 cm y de esta manera el operador pueda revisar los niveles. La carpeta asfáltica toma la forma de la base granular, por este motivo debe quedar con perfecta nivelación.



*Ilustración 82. Taco ubicado en base granular*



*Ilustración 83. Motoniveladora seriando base granular*

Compactación: Al revisar y dar visto bueno al seriado de la base granular se procede a compactar. Se utiliza un vibrocompactador mayor a 7 ton para las zonas amplias, un vibrocompactador tándem pequeño de 2 ton para los bordes y zonas angostas y se realiza una compactación manual, con un saltarín compactador en las áreas de difícil acceso para el vibrocompactador.



*Ilustración 84. Vibro compactador tándem compactando bordes*



*Ilustración 85. Compactación base granular después de humectada*



*Ilustración 86. Ayudante compactando base granular con saltarín en esquina*



*Ilustración 87. Ayudante compactando base granular alrededor de pozo*

### ***Imprimación***

Al revisar que los requisitos especificados en cuanto a conformación, compactación y acabado de la base granular se cumplan se procede a iniciar el proceso de irrigación de la emulsión asfáltica. En caso de que sobre la superficie por imprimir se observen fallas o imperfecciones, se debe corregir. La superficie debe ser humedecida, previamente al riego de imprimación. La aplicación del ligante se hace de manera uniforme, tanto longitudinal como transversalmente.

Emulsión utilizada: Emulsión asfáltica de lenta absorción, composición: 50% emulsión, 50% agua. Se utiliza una marmita irrigadora que es cargada con la emulsión por los ayudantes y el operario del minicargador, al finalizar el llenado se amarra la marmita al minicargador para transportarla a la vía a imprimir. Los ayudantes utilizan una pimpina de gas propano con un soplete (este accesorio es llamado Dragón) para calentar la manguera de la marmita y que de esta

manera la emulsión que se adhiere a las paredes pueda fluir y se procede a realizar la imprimación.



*Ilustración 88. Marmita irrigadora y Dragón*

Los sardineles, susceptibles de ser manchados por el ligante, deben ser protegidos antes de aplicar el riego. Dos ayudantes ubican láminas de zinc para cubrir los sardineles mientras otro operador realiza el riego de imprimación.

Se inicia la imprimación en el tramo superior y se termina en el tramo inferior.



*Ilustración 89. Operario del minicargador y ayudantes cargan la marmita (irrigadora de emulsión asfáltica)*



*Ilustración 90. Imprimación parte superior de la vía*

### ***Carpeta asfáltica***

Se utilizó una mezcla asfáltica en caliente de tipo denso de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 19 mm (MDC-19). La temperatura de salida de la mezcla asfáltica de la planta es de 155°C.

Cada transportador debe entregar al inspector o ingeniero a cargo el recibo de la planta donde se indican los datos del vehículo, la cantidad de mezcla asfáltica que se cargó a la volqueta y la temperatura de salida de la planta.

Se diligencia el formato de Control diario de aplicación de pavimento, y se organiza junto con los recibos del material, al final de la obra estos documentos deben ser entregados en la oficina para el archivo del proyecto.

Ilustración 91. Recibo de despacho de materiales de la planta

Paviandi		CONTROL DIARIO DE APLICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS F-59														
		Revisión No 01			Fecha de Revisión: junio de 2019				página 1 de 1							
FECHA																
PROVEEDOR																
OBRA/PROYECTO										SECTOR						
RESPONSABLE																
No	PLACA VOLQUETA	CANT. (m3) Recibo	No. REMISION	TIPO DE MATERIA	HORA LLEGADA	LOCALIZACIÓN			CAPA		ESPESOR (m)	CLIMA	TEMPERATURA DE MATERIAL (°C)			OBSERVACIONES
						CALZADA/ CARRIL	ABSCISA INICIO	ABSCISA FINAL	1	2			LLEGADA	APLICACION	COMPACT	
ASFÁLTICA APLICADA		FIRMA RESPONSABLE											NOTA: ADJUNTAR LOS DESPACHOS DE MATERIAL F-44.			

Ilustración 92. Formato Control diario de aplicación de pavimento

Aplicación de la carpeta asfáltica: Se ubica la vibroextendedora (*finisher*) donde se va a iniciar la aplicación de la mezcla asfáltica. El operador ajusta los comandos con las especificaciones de la carpeta y el bombeo o grado de inclinación transversal de la vía (Esta vía no cuenta con bombeo). Las volquetas se organizan en orden para verter la mezcla asfáltica en la tolva de la vibroextendedora (*finisher*).

La mezcla se extiende por medio de una máquina pavimentadora vibroextendedora (*finisher*) para extender y conformar la mezcla de acuerdo con los alineamientos: el ancho de la calzada de 7.5 metros en promedio y el espesor de 15 cm antes de compactar (Grado de compactación de carpeta asfáltica 1.26). En las áreas con obstáculos inevitables o con sobre anchos que no permitan el uso de pavimentadora, se extiende la mezcla manualmente.

Se realiza la aplicación de la mezcla asfáltica por carril, para esto se realizó un trazado con cal diluida en agua para demarcar la mitad de la calzada con la cual el operario de la *finisher* puede guiarse.

El tornillo se utiliza para garantizar el espesor de la carpeta asfáltica a medida que se extiende la mezcla. El operario es llamado Tornillero.



*Ilustración 93. Ayudante junto con el inspector miden y marcan con cal diluida en agua la mitad de la calzada*



*Ilustración 94. Demarcación de la mitad de la calzada*

La medición del espesor del pavimento se realiza por medio de un tornillo graduado con la medida aproximada de 15 cm.



*Ilustración 95. Medición y graduación del tornillo*



*Ilustración 96. Tornillero midiendo espesor de la carpeta asfáltica*

Se mide la temperatura con un termómetro que cuenta con un tubo metálico y una termocupla al final para medir la temperatura de la mezcla asfáltica a 15 cm de profundidad. La temperatura de tolva es de 150°C. La temperatura de aplicación del pavimento es de 140°C. La temperatura debe disminuir hasta los 100°C en curva antes de compactar, debido a que la curva cuenta con una pendiente mayor al 20% y se debe evitar el desplazamiento del material por el vibrocompactador.



*Ilustración 97. Temperatura de aplicación del pavimento*



*Ilustración 98. Monitoreo de la temperatura para inicio de compactación*

Compactación de la carpeta asfáltica: Se compacta curva desde cota superior hasta parte inferior de la curva donde se encuentra un sumidero transversal con el fin de que el vibrocompactador tándem no frene sobre la carpeta asfáltica y desplace la mezcla. Se realiza el mismo procedimiento en la parte inferior de la vía donde se divide y pavimenta por tramos acotados por los pozos al ser una sección irregular.



*Ilustración 99. Vibro compactador tándem pequeño sobre bordes de carpeta asfáltica*



*Ilustración 100. Vibro compactador tándem grande sobre carpeta asfáltica*

Acabados de la carpeta asfáltica: El compactador de llanta pisa la carpeta para sellar espacios en la superficie, este compactador realiza la función con agua y sin agua, el primero se utiliza cuando el vibrocompactador ha terminado de pisar la carpeta y el segundo, cuando se aplica cemento encima de la carpeta para sellar vacíos y generar un aspecto estético agradable.



*Ilustración 101. Compactador de llanta sobre carpeta asfáltica*



*Ilustración 102. Ayudantes ventean cemento sobre carpeta asfáltica*

### ***Obras anexas***

La vía existente estaba acotada por sardineles que tuvieron que ser demolidos y retirados para empalmar la nueva vía a la existente, el pavimento genera mejor adherencia cuando el empalme es irregular pero estéticamente tiene mejor acabado un empalme limpio. Se utiliza una cortadora para generar un borde limpio con el fin de que tenga un acabado funcional y estético de calidad.

Se generó un daño en una tubería en un área que estaba en la parte externa del lote y para arreglarlo la retroexcavadora demolió la estructura de pavimento. Al finalizar el arreglo y la comprobación de la presión del tubo se procedió a poner la estructura de pavimento nuevamente.



*Ilustración 103. Retroexcavadora y ayudante retiran sardineles de la vía existente*



*Ilustración 104. Retroexcavadora retirando estructura de pavimento para arreglo de tubería*

### ***Equipos utilizados***

- Motoniveladora
- Vibro compactador de llanta
- Vibro compactador tándem mayor de 7 Ton
- Vibrocompactador tándem de 2 Ton
- Minicargador
- Retroexcavadora
- Compactador de llanta
- Pavimentadora de asfalto de cadenas (Finisher)
- Marmita irrigadora
- Saltarín compactador
- Herramienta menor

### ***Materiales de construcción***

- Base granular Tipo A (BG\_A)
- Emulsión asfáltica de rompimiento lento (CRL-1)
- Carpeta asfáltica MCD-19
- Cemento
- Agua

### ***Organización del trabajo***

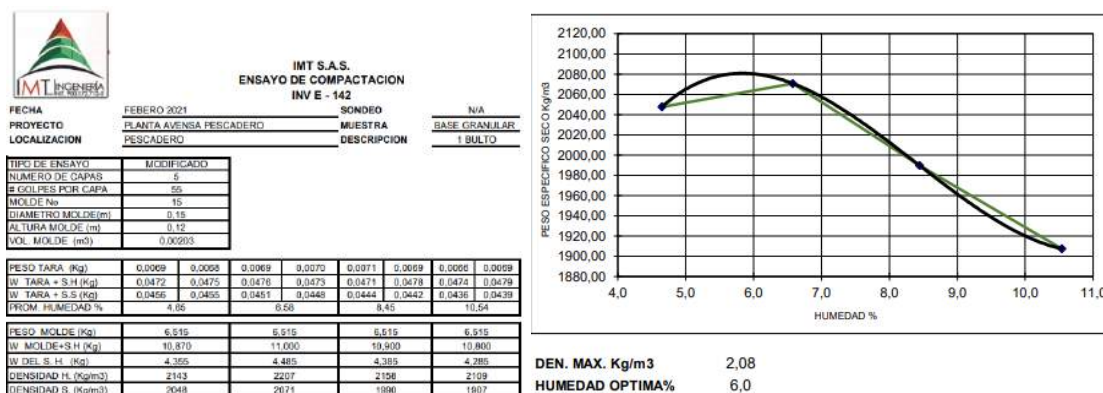
El residente de obra o inspector es el encargado de velar por los equipos y materiales de la obra, al finalizar la jornada diaria de trabajo estos deben quedar organizados en un sitio visible al vigilante. Los fines de semana se realiza un inventario firmado por el vigilante de los equipos y herramientas que van a permanecer en la obra, junto con la instrucción de no retirar ninguno de estos por ningún motivo del predio.



*Ilustración 105. Maquinaria organizada en línea al final de la jornada diaria.*

## Ensayos

Ensayo de compactación: El ensayo de compactación INV-E- 142 otorgado por la planta dio como resultado una densidad máxima de  $2.06 \text{ Kg/m}^3$ , y una humedad óptima de 6.3%.



*Ilustración 106. Ensayo de compactación base granular*

Ensayo de cono y arena: Se realizó el ensayo de campo de densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena (INV-E-161-13). Se tomó una muestra de la base granular para comprobar que cumple con la densidad y la humedad óptima. La humedad debe ser cercana a la humedad óptima para cumplir con las especificaciones. El ensayo de cono y arena dio como resultado una compactación del 99%, y una humedad de 5.9% cumpliendo con la especificación.



*Ilustración 107. Ensayo de cono y arena*

## Cantidades

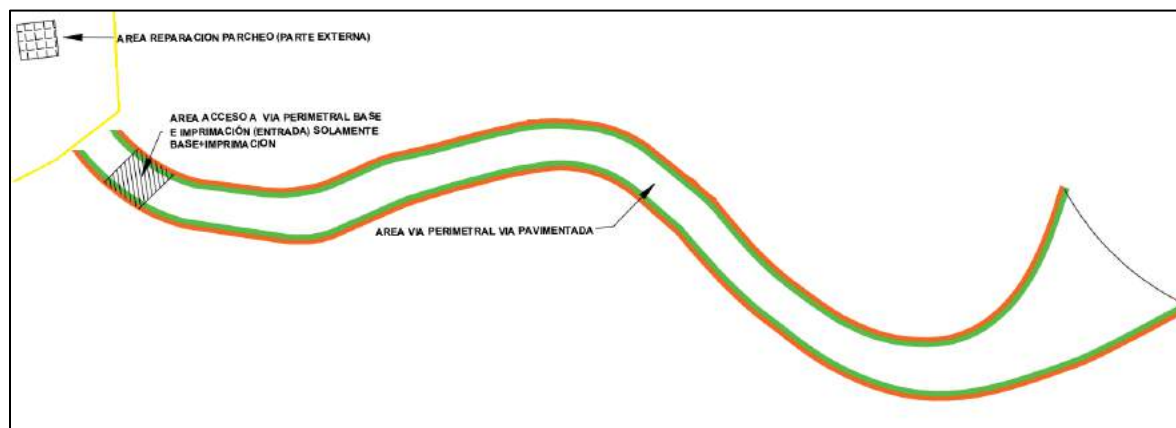
Se utilizó más base granular de la proyectada debido a que al iniciar la obra se añadió un área en un acceso provisional. Las cantidades totales utilizadas en el proyecto son:

**Tabla 6**

*Cantidades totales aplicadas en proyecto la Girona*

<b>CANTIDADES TOTALES PROYECTO LA GIRONA</b>	
Base granular	463.43 m <sup>3</sup>
Carpeta asfáltica MDC-19	264.04 m <sup>3</sup>
Riego de imprimación CRL-1	2317.15 m <sup>2</sup>

Se utiliza una figura esquemática de la vía en planta para especificar las áreas intervenidas y el tipo de intervención, con el fin de generar claridad en las cantidades en el acta de liquidación del contrato.



*Ilustración 108. Nomenclatura para el acta única de liquidación de contrato*

**Tabla 7***Resumen cantidades utilizadas en proyecto La Girona*

<b>RESUMEN CANTIDADES LA GIRONA</b>		
<b>PARCHEO (PARTE EXTERNA)</b>		
ÁREA	14.30	m <sup>2</sup>
ESPELOR DE BASE GRANULAR	0.20	m
ESPELOR MDC-19	0.12	m
VOLUMEN DE BASE GRANULAR (SUELTA)	2.86	m <sup>3</sup>
VOLUMEN MDC-19 (SUELTA)	1.72	m <sup>3</sup>
IMPRIMACIÓN	14.30	m <sup>2</sup>
<b>BASE E IMPRIMACIÓN (ENTRADA)</b>		
ÁREA	116.85	m <sup>2</sup>
ESPELOR DE BASE GRANULAR	0.20	m
VOLUMEN DE BASE GRANULAR (SUELTA)	23.37	m <sup>3</sup>
IMPRIMACIÓN	116.85	m <sup>2</sup>
<b>VIA PAVIMENTADA</b>		
ÁREA	2186.00	m <sup>2</sup>
ESPELOR DE BASE GRANULAR	0.20	m
ESPELOR MDC-19	0.12	m
VOLUMEN DE BASE GRANULAR (SUELTA)	437.20	m <sup>3</sup>
VIAJES BASE GRANULAR (13m <sup>3</sup> )	44	
VOLUMEN MDC-19 (SUELTA)	262.32	m <sup>3</sup>
VIAJES MDC-19 (13m <sup>3</sup> )	25.2	
IMPRIMACIÓN	2186.00	m <sup>2</sup>

***Presupuesto***

Para el manejo de la caja menor de la obra se debe diligenciar un formato de relación de gastos, donde se diligencian los gastos de los peajes del transporte de material granular. Los gastos adicionales de la obra, como lo son materiales, tacos de madera, pintura, auxilios de transporte o establecimientos que no cuentan con factura electrónica, son diligenciados en un formato de soporte de adquisiciones efectuadas a no obligados a facturar.

CABLECOL - LA GIRONA		RELACION DE GASTOS DE CAJA MENOR -PEAJES					Código	F-11
							Revisión	01
							Fecha	Febrero de 2018
RELACION DE GASTOS No.		1					FECHA:	26/03/2021
PERIODO DE LEGALIZACION DE:		22/03/2021	À	27/03/2021			<b>BASE</b>	
							<b>INGRESO</b>	\$ -
							<b>SALDO</b>	
ITEM N°	FACTURA N°	FECHA (D/M/A)	BENEFICIARIO	NIT	CONCEPTO	VALOR	RETENCION	VALOR NETO
1			INVIAS					
2			INVIAS					
3			INVIAS					
<b>TOTALES</b>								

Elaborad

o por:

Nombre: SANDRA MILENA ZAFRA RODRIGUEZ

Cargo: AUXILIAR EN OBRA

VoBo

Nombre: ARMANDO RODRIGUEZ RODRIGUEZ

Cargo: DIRECTOR DE OBRA

Ilustración 109. Formato caja menor

PAVIMENTOS ANDINOS S.A		DOCUMENTO SOPORTE EN ADQUISICIONES EFECTUADAS A NO OBLIGADOS A FACTURAR	
Nit. 804.003.941-6		<b>PAVI 1425</b>	
C.R. 27.899A-03 OF 812			
Baranquilla - Atlántico - Email: contabilidad@pavand.com			
APELLIDOS Y NOMBRES		FECHA	DM
DIRECCION		MUNICIPIO	
C.C. o NIT		DEPARTAMENTO	
TELÉFONO		FAX	
DESCRIPCIÓN	V.R. UNITARIO	V.R. TOTAL	
Nombre de quien elabora el comprobante		Subtotal	
Dependencia		- Retención %	
		- RETENCIÓN %	
		<b>Total</b>	
<small>Resolución DIAN N° 1876400RM0111 del 02/12/2009: habilita desde PAVI - 1.001 hasta PAVI - 3.000 Vigencia 12 meses</small>			
ACEPTADO			
FIRMA			

Ilustración 110. Recibo de adquisiciones sin factura electrónica

### Acta de liquidación del contrato

Al finalizar la obra se realiza un acta de liquidación del contrato donde se especifican las cantidades y precios por cobrar. En el contrato de la Girona hay cuatro ítems pactados en el contrato: conformación de la subrasante, instalación de la base granular, riego de imprimación, y suministro y aplicación de la mezcla asfáltica (MDC-19). El acta consiste en la especificación de los ítems pactados y un resumen como portada donde se indican las cantidades por ítem, el valor unitario, el valor total y al final el costo total de la obra.

ACTA UNICA LIQUIDACION CONTRATO					
OBJETO DE CONTRATO: CONSTRUCCION ESTRUCTURA DE PAVIMENTO VIA PERIMETRAL URBANIZACION GIRONA. GIRON					
MUNICIPIO DE GIRON. BARRIO MIRADOR DE SAN JUAN					
					
PROYECTO PAVIMENTO VIA PERIMETRAL URBANIZACION GIRONA ETAPA II					
abr-21					
CONTRATISTA: CABLECOL					
	DESCRIPCION	UN	CANT	VR UNIT	VR PARCIAL
				\$	\$
<b>A</b>	<b>PAVIMENTO</b>			\$	\$
1.1	CONFORMACION SUBRASANTE (0-5 CM)	M2	2,317.15	\$	\$
1.2	BASE GRANULAR BG-27 E=20 CM	M3	463.43	\$	\$
1.3	RIEGO DE IMPRIMACION CON EMULSION ASFALTICA CRL-1	M2	2,317.15	\$	\$
1.4	CARPETA CON MDC-19 ( 60-70) E= 12 CM sin promotor de adherencia	M3	264.04	\$	\$
SUBTOTAL (A.I.U Includido)					\$
UTILIDAD (-)					\$
I.V.A. sobre U (AU Includido)					19%
SUBTOTAL (A) VALOR EJECUCION DE LA OBRA					\$
COSTO TOTAL OBRA					\$

Ilustración 111. Acta única de liquidación del contrato La Girona

CONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE				
SECTOR	ANCHO PROMEDIO	Longitud Promedio	Area de Conformación	
LA GIRONA			2,317.15	
		AREA TOTAL	2,317.15	
( A )	AREA REPARACION PARCHEO (PARTE EXTERNA)			
	Ancho (M)	Largo (M)	m <sup>2</sup>	
	AREA 1	1.30	0.80	1.04
	AREA 2	3.70	3.00	11.10
	AREA 3	2.48	0.60	1.49
	AREA 4	0.48	0.60	0.29
	AREA 5	0.20	1.90	0.38
	SUBTOTAL AREA PARCHEO (EXTERNA) (M2)		14.30	
( B )	AREA ACCESO A VIA PERIMETRAL BASE E IMPRIMACIÓN (ENTRADA) SOLAMENTE BASE+IMPRIMACION			
	Ancho (M)	Largo (M)		
	AREA	7	16.69	116.83
	SUBTOTAL AREA ACCESO VIA PERIMETRAL (M2)		116.85	
( C )	AREA VIA PERIMETRAL VIA PAVIMENTADA			
	SUBTOTAL AREA VIA PERIMETRAL (M2)		2,186.00	
	TOTAL AREA CONFORMACION Σ(A+B+C)		2,317.15	
			M2	

Ilustración 112. Conformación de la subrasante (Acta de liquidación)

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BASE GRANULAR				
SECTOR	ANCHO PROMEDIO	Longitud Promedio	Altura	Volumen Base Granular
LA GIRONA				463.43
VOLUMEN TOTAL				463.43
<b>(A) VOLUMEN BASE GRANULAR REPARACION PARCHEO (PARTE EXTERNA) UN: M3</b>				
	Ancho (M)	Largo (M)		M2
AREA 1	1.30	0.80		1.04
AREA 2	3.70	3.00		11.10
AREA 3	2.48	0.60		1.49
AREA 4	0.48	0.60		0.29
AREA 5	0.20	1.90		0.38
SUBTOTAL AREA PARCHEO (EXTERNA) (M2)				14.30
ESPESOR BASE GRANULAR				0.20
SUBTOTAL VOLUMEN PARCHEO (EXTERNA) (M3)				2.86
<b>(B) AREA ACCESO A VIA PERIMETRAL BASE E IMPRIMACIÓN (ENTRADA) SOLAMENTE BASE+IMPRIMACION UN: M3</b>				
	Ancho (M)	Largo (M)		M2
AREA	7	16.693		116.85
SUBTOTAL AREA ACCESO VIA PERIMETRAL (M2)				116.85
ESPESOR BASE GRANULAR				0.20
SUBTOTAL VOLUMEN ACCESO VIA PERIMETRAL (M3)				23.37
<b>(C) AREA VIA PERIMETRAL VIA PAVIMENTADA UN: M3</b>				
SUBTOTAL AREA VIA PERIMETRAL (M2)				2,186.00
ESPESOR BASE GRANULAR				0.20
SUBTOTAL VOLUMEN VIA PERIMETRAL (M3)				437.20
TOTAL VOLUMEN INSTALACION BASE GRANULAR $\Sigma(A+B+C)$				463.43

Ilustración 113. Suministro e instalación base granular (Acta de liquidación)

RIEGO DE IMPRIMACIÓN CRL-1			
SECTOR	ANCHO PROMEDIO	Longitud Promedio	Area de Imprimación
LA GIRONA			2,317.15
AREA TOTAL			2,317.15
<b>(A) AREA REPARACION PARCHEO (PARTE EXTERNA)</b>			
	Ancho (M)	Largo (M)	M2
AREA 1	1.30	0.80	1.04
AREA 2	3.70	3.00	11.10
AREA 3	2.48	0.60	1.49
AREA 4	0.48	0.60	0.29
AREA 5	0.20	1.90	0.38
SUBTOTAL AREA PARCHEO (EXTERNA) (M2)			14.30
<b>(B) AREA ACCESO A VIA PERIMETRAL BASE E IMPRIMACIÓN (ENTRADA) SOLAMENTE BASE+IMPRIMACION</b>			
	Ancho (M)	Largo (M)	M2
AREA	7	16.693	116.85
SUBTOTAL AREA ACCESO VIA PERIMETRAL (M2)			116.85
<b>(C) AREA VIA PERIMETRAL VIA PAVIMENTADA</b>			
SUBTOTAL AREA VIA PERIMETRAL (M2)			2,186.00
TOTAL AREA RIEGO DE IMPRIMACION $\Sigma(A+B+C)$			2,317.15

Ilustración 114. Aplicación de riego de imprimación (Acta de liquidación)

SUMINISTRO Y APLICACIÓN MDC-19				
SECTOR	ANCHO PROMEDIO	Longitud Promedio	ESPEJOR	Volumen Mezcla (M3)
LA GIRONA				264.04
VOLUMEN TOTAL				264.04

AREA REPARACION PARCHEO (PARTE EXTERNA)				UN: M3
	Ancho (M)	Largo (M)		M2
ÁREA 1	1.30	0.80		1.04
ÁREA 2	3.70	3.00		11.10
ÁREA 3	2.48	0.60		1.49
ÁREA 4	0.48	0.60		0.29
ÁREA 5	0.20	1.90		0.38
SUBTOTAL AREA PARCHEO (EXTERNA) (M2)				14.30
ESPEJOR MDC19				0.12
SUBTOTAL VOLUMEN PARCHEO (EXTERNA) (M3)				1.72

AREA VIA PERIMETRAL VIA PAVIMENTADA		UN: M3
SUBTOTAL AREA VIA PERIMETRAL (M2)		2,186.00
ESPEJOR MDC19		0.12
SUBTOTAL VOLUMEN VIA PERIMETRAL (M3)		262.32

TOTAL VOLUMEN DE APLICACIÓN MDC-19 $\Sigma(A+C)$		264.04	M2
--	--	--------	----

Ilustración 115. Suministro y aplicación de MDC-19 (Acta de liquidación)

### 7.3 Proyecto de pavimentación de las vías internas del condominio VIENTOS DE LLANADAS de la constructora EL TESORO DORADO

#### *Especificaciones del proyecto*

Empresa contratante: constructora EL TESORO DORADO

Localización el proyecto: Km 1 de la vía Girón – Zapatoca, municipio de Girón.



*Ilustración 116. Localización del proyecto. Vientos de llanada (Google Maps)*



*Ilustración 117. Localización del proyecto, localización de área a intervenir. (Foto no actualizada. Google Earth)*

#### *Descripción del proyecto*

El proyecto trata de la pavimentación de las vías internas del proyecto urbanístico Vientos de Llanadas, ubicado en el km 1 de la vía Girón-Zapatoca, en el municipio de Girón.



*Ilustración 118. Plano del proyecto. Tomado de Constructora El Tesoro Dorado*

El área total por pavimentar es de 6111 m<sup>2</sup>, se va a aplicar sub-base granular suministrada por el contratante, emulsión asfáltica de rotura lenta, emulsión asfáltica de rotura rápida, mezcla asfáltica en caliente de tipo denso de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 19 mm (MDC-19) y mezcla asfáltica en caliente de tipo denso de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 25 mm (MDC-25).

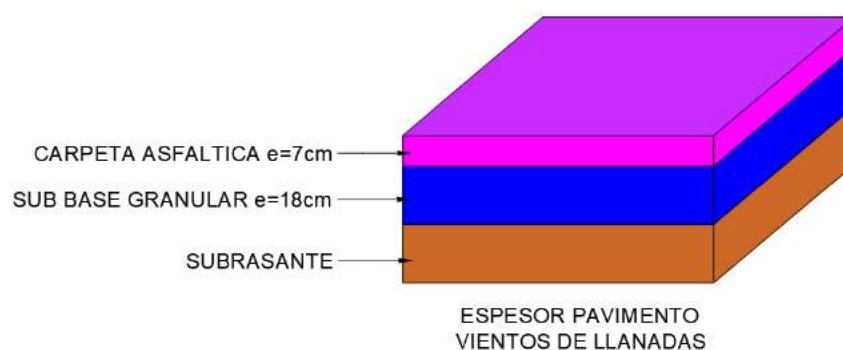
La estructura de pavimento general está conformada por una sub-base granular de 18 cm de espesor y una carpeta asfáltica de 7 cm de espesor. La estructura de pavimento de la calle 7 es diferente debido a que esta tendrá un mayor flujo de vehículos y cuenta con zona de parqueo, la estructura está conformada por una sub-base granular de 15 cm de espesor, una base granular de 12 cm de espesor, una carpeta asfáltica de MDC-25 de 5 cm y otra de MDC-19 de 7 cm. La ejecución de los trabajos se realizará a conformidad de la norma INVIAS ART. 300.4.

Las cantidades calculadas para el proyecto son:

**Tabla 8**

*Desglose de cantidades calculadas para el proyecto Vientos de Llanadas*

VIA	Longitud d vía (m)	Ancho o vía (m)	Área vía (m <sup>2</sup> )	Sub base gran (m <sup>3</sup> )	Base gran (m <sup>3</sup> )	Riego imprim (m <sup>2</sup> )	Espesor MDC- 19 (cm)	MDC -19 comp	MDC- 19 suelto (26%)	MDC- 25 (m <sup>3</sup> )
<b>Calle 1</b>	56.9	5	284.5							
<b>Calle 2</b>	70.8	5	354.0	63.7	0	354.0	7	24.8	31.2	0
<b>Calle 3</b>	90.0	5	450.0	81.0	0	450.0	7	31.5	39.7	0
<b>Calle 4</b>	114.2	5	571.0	102.8	0	571.0	7	40.0	50.4	0
<b>Calle 5</b>	126.4	5	632.0	113.8	0	632.0	7	44.2	55.7	0
<b>Calle 6</b>	140.0	5	700.0	126.0	0	700.0	7	49.0	61.7	0
<b>Calle 7</b>	205.0	7	1435. 0	258.3	172.2	1435.0	4	57.4	72.3	71.8
<b>Calle 8</b>	155.0	5	775.0	139.5	0	775.0	7	54.3	68.4	0
<b>Carrera 2</b>	150.5	5	752.5	135.5	0	752.5	7	52.7	66.4	0
<b>Carrera 1A</b>	31.5	5	157.5	28.4	0	157.5	7	11.0	13.9	0
<b>TOTAL</b>						<b>5827.0</b>		<b>364.8</b>	459.7	<b>71.8</b>



*Ilustración 119. estructura de pavimento general*

### ***Proceso constructivo***

La cuadrilla para trabajar en el proyecto está conformada por un inspector y cuatro ayudantes.

El proceso constructivo fue el siguiente: La programación del proyecto se organizó según los lineamientos del contratante. El contratante entrega la subrasante seriada y compactada, este también es el encargado de suministrar y ubicar la sub-base granular en cada calle, extenderla y ubicar los tacos con el equipo de topografía. El contratista (Paviandi) se encarga de seriar la sub-base granular y compactar la misma, aplicar la emulsión asfáltica y por último la conformación de la carpeta asfáltica.

La programación del proyecto fue dada por el contratante de acuerdo con la organización interna de la obra y aprobada por las dos partes. La metodología consiste en dejar una o dos calles seriadas antes de solicitar la mezcla asfáltica a la planta para que de esta manera se optimicen los tiempos y se cumpla con la programación.

### ***Transporte y acople de los materiales***

El material es acoplado en el sitio de la obra, donde el contratante lo considere apropiado de acuerdo con su organización en la obra. Una retroexcavadora carga una volqueta que transporta el material a las calles.



*Ilustración 120. Retroexcavadora carga de sub-base granular a volqueta en sitio de acople*



*Ilustración 121. Volqueta transporta sub-base granular a calle*



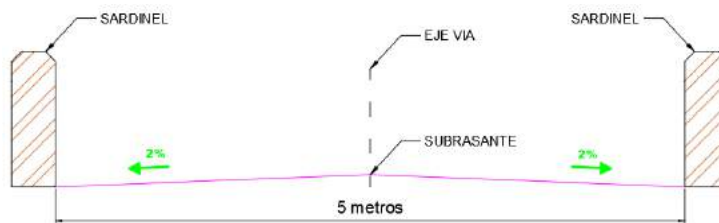
*Ilustración 122. Volqueta vierte sub-base granular en parte superior de calle*



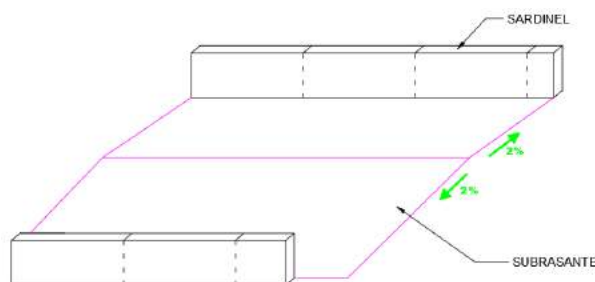
*Ilustración 123. Sub-base granular apilada en calle*

### ***Subrasante***

Las calles para pavimentar se encuentran acotadas por sardineles prefabricados en concreto de 55 cm de altura, tienen un ancho de 5 m, las carreras tienen dimensiones diferentes. El suelo es de color morado, se observan lajas en bloque y pulverizadas por el movimiento de tierra. La subrasante es seriada por el contratante y cuenta con un bombeo del 2%.



*Ilustración 124. Vista transversal calles a pavimentar*



*Ilustración 125. Sección calles*

### ***Sub-base granular***

La sub-base granular utilizada en el proyecto es extraída del río frío en Girón, tiene una clasificación SBG-38. Se observa de un color amarillo quemado, con presencia de limos.

Seriado de la sub-base granular: Después de extender la sub-base, el equipo de topografía ubica los tacos en las abscisas, se ubican en la base de los sardineles y en el eje de la vía debido a que la vía cuenta con un bombeo del 2%. El operador de la motoniveladora procede a seriar la sub-base, utilizando los tacos como guía. La carpeta asfáltica toma la forma de la base granular, por este motivo debe quedar con perfecta nivelación.

Conformación de la sub-base granular: Se revisan los niveles de la sub-base granular y el operario del vibrocompactador procede a pisar el material. Se compacta la sub-base hasta que la superficie se vea uniforme. Los bordes acotados por los sardineles y las zonas de difícil acceso para el vibrocompactador son compactados por un operario utilizando un compactador saltarín o un compactador tipo rana.



*Ilustración 126. Motoniveladora extiende sub-base granular*



*Ilustración 127. Vibrocompactador pisando la sub-base granular en calle*



*Ilustración 128. Sub-base granular conformada*



*Ilustración 129. Inspector y ayudantes revisan la conformación de la sub-base granular*

### ***Imprimación***

Al revisar que los requisitos especificados en cuanto a conformación, compactación y acabado de la sub-base granular se cumplan se inicia el proceso de irrigación de la emulsión asfáltica. En caso de que sobre la superficie por imprimir se observen fallas o imperfecciones, se debe corregir. Los ayudantes limpian la superficie que ha de recibir la imprimación de cualquier material suelto que pueda ser perjudicial.

La superficie es humedecida previamente al riego de imprimación. La aplicación del ligante se hace de manera uniforme, tanto longitudinal como transversalmente.

Emulsión utilizada: Emulsión asfáltica de lenta absorción, composición: 50% emulsión, 50% agua. Esta emulsión sale de la planta en canecas metálicas y es transportada a la obra por un

vehículo de carga de la empresa. Se utiliza una marmita irrigadora que es cargada con la emulsión por los ayudantes y el operario del minicargador, al finalizar el llenado se amarra la marmita al minicargador para transportarla a la vía a imprimir. Los ayudantes utilizan una pimpina de gas propano con un soplete (este accesorio es llamado Dragón) para calentar la manguera de la marmita y que de esta manera la emulsión que se adhiere a las paredes pueda fluir y se procede a realizar la imprimación.



*Ilustración 130. Marmita irrigadora y Dragón*



*Ilustración 131. Ayudantes cargan emulsión en la marmita irrigadora*

Los sardineles, susceptibles de ser manchados por el ligante, deben ser protegidos antes de aplicar el riego, dos ayudantes ubican láminas de zinc para cubrir los sardineles mientras otro operador realiza el riego de imprimación.

Se inicia la imprimación en el tramo superior y se termina en el tramo inferior.



*Ilustración 132. Ayudantes impriman parte inferior de calle*

### *Carpeta asfáltica*

Para las calles se utilizó una mezcla asfáltica en caliente de tipo denso de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 19 mm (MDC-19). La temperatura de salida de la mezcla asfáltica de la planta es de 155°C.

Cada transportador debe entregar al inspector o ingeniero a cargo el recibo de la planta donde se indican los datos del vehículo, la cantidad de mezcla asfáltica que se cargó a la volqueta y la temperatura de salida de la planta.

Se diligencia el formato de Control diario de aplicación de pavimento, y se organiza junto con los recibos del material, al final de la obra estos documentos deben ser entregados en la oficina para el archivo del proyecto.

MATERIAL			UND.	CANTIDAD	MATERIAL			UND.	CANTIDAD
1. EMULSIÓN					5. SUB-BASE TRITURADA				
2. MEZCLA ASFÁLTICA MDC-25					7. BASE GRANULAR				
3. MEZCLA ASFÁLTICA MDC-19			m <sup>3</sup>	13	8. TRITURADO				
4. MEZCLA ASFÁLTICA MDC-10					9. ARENA				
5. SUB-BASE CLASIFICADA					10. OTROS				
HORAS SALIDA		TEMPERATURA		PLACA		FECHA			
		155°C							
NOMBRE DEL CONDUCTOR:					FIRMA CONDUCTOR:				
DESTINO					ALTIURA CARRO				
DESPECHADO POR:					RECIBIDO POR:				
Nombre:					Nombre:				
Cédula:					Cédula:				

Paviandi  
 Revisión No. 05  
 Fecha de Revisión: Enero de 2016  
 No. 92484  
 Fecha: 1 de 2

Calle 33A No. 26-150, Bogotá, Colombia  
 Teléfono: 78888888 - 89898989 - Correo: info@paviandi.com - paviandi.com

*Ilustración 133. Recibo de despacho de materiales de la planta*

Paviandi		CONTROL DIARIO DE APLICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS F-99															
		Revisión No 01				Fecha de Revisión: junio de 2019				página 1 de 1							
FECHA																	
PROVEEDOR																	
OBRA/PROYECTO												SECTOR					
RESPONSABLE																	
No	PLACA VOLQUETA	CANT. (m3) Recibo	No. REMISION	TIPO DE MATERIA	HORA LLEGADA	LOCALIZACION			CAPA		ESPESOR (m)	CLIMA	TEMPERATURA DE MATERIAL (°C)			OBSERVACIONES	
						CALZADA/ CARRIL	ABSCISA INICIO	ABSCISA FINAL	1	2			LLEGADA	APLICACION	COMPACT		
ASFÁLTICA APLICADA		FIRMA RESPONSABLE														NOTA: ADJUNTAR LOS DESPACHOS DE MATERIAL F-44.	

*Ilustración 134. Formato Control diario de aplicación de pavimento*

Aplicación de la carpeta asfáltica: Se ubica la vibroextendora (finisher) donde se va a iniciar la aplicación de la mezcla asfáltica, el operador ajusta los comandos con las especificaciones de la carpeta y el bombeo o grado de inclinación transversal de la vía.

Las volquetas se organizan en orden para verter la mezcla asfáltica en la tolva de la vibroextendora (finisher), las volquetas se ubican en reversa desde la parte superior de la calle y comienza a avanzar según se lo indique el operario de la finisher.

La mezcla se extiende por medio de una máquina pavimentadora vibroextendora (finisher) para extender y conformar la mezcla de acuerdo con los alineamientos: el ancho de la calzada de 5 m el espesor de 8.8 cm antes de compactar (Grado de compactación de carpeta asfáltica 1.26). En las áreas con obstáculos inevitables o con sobre anchos que no permitan el uso de pavimentadora, se extiende la mezcla manualmente.



*Ilustración 135. Volqueta vierte mezcla asfáltica en tolva de la finisher*



*Ilustración 136. Ayudantes vierten mezcla asfáltica alrededor de pozo.*

Se realiza la aplicación de la mezcla asfáltica en toda la calzada, la vibroextendedora (finisher) gradúa el bombeo del 2%.

El tornillo se utiliza para garantizar el espesor de la carpeta asfáltica a medida que se extiende la mezcla. El operario es llamado Tornillero.



*Ilustración 137. Medición y graduación del tornillo*



*Ilustración 138. Tornillero revisando espesor de la carpeta asfáltica*

Se mide la temperatura con un termómetro que cuenta con un tubo metálico y una termocupla al final para medir la temperatura de la mezcla asfáltica a 15 cm de profundidad. La temperatura de tolva es de 150°C. La temperatura de aplicación del pavimento es de 140°C. La temperatura debe disminuir hasta los 110°C antes de compactar, debido a que las calles cuentan con una pendiente del 10% y se debe evitar el desplazamiento del material por el vibrocompactador.



*Ilustración 139. Rastrillero arreglando borde de la carpeta asfáltica*



*Ilustración 140. Ayudantes revisan el nivel de mezcla asfáltica alrededor de pozo.*

Compactación de la carpeta asfáltica: Cuando la mezcla asfáltica alcanza la temperatura indicada por el inspector, se procede a compactar la calle desde la parte inferior hasta la parte superior y regresando hasta la parte inferior, es importante que el operario no se detenga en ningún punto intermedio para evitar desplazamientos.

Se utiliza un vibrocompactador tándem para pisar la carpeta, y en los bordes de la vía y los alrededores de pozos, o en zonas donde no ingresa el vibrocompactador se realiza una compactación con un compactador portátil tipo rana.



*Ilustración 141. Vibrocompactador pisando carpeta asfáltica*



*Ilustración 142. Vibrocompactador pisando borde de carpeta asfáltica*



*Ilustración 143. Operario compactando mezcla asfáltica alrededor de pozo con rana*



*Ilustración 144. Operario compactando mezcla asfáltica en borde de vía*

Acabados de la carpeta asfáltica: El compactador de llanta pisa la carpeta para sellar espacios en la superficie, este compactador realiza la función con agua y sin agua, el primero se utiliza cuando el vibrocompactador ha terminado de pisar la carpeta y el segundo, cuando se aplica cemento encima de la carpeta para sellar vacíos y generar un aspecto estético agradable.



*Ilustración 145. Compactador de llanta sobre carpeta asfáltica*



*Ilustración 146. Compactador de llanta sobre carpeta asfáltica venteada con cemento*

### ***Ensayos***

Ensayo de compactación: La empresa contratante suministra la sub-base granular, para efectos de calidad se toman muestras del material granular y se realiza el ensayo de compactación INV-E- 142 en los laboratorios de PAVIANDI. Este ensayo dio como resultado una densidad máxima de 2.06 Kg/m<sup>3</sup>, y una humedad optima de 9.2%.

Paviandi		ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO F-49		
		Revisión Número: 04	Fecha Revisión: Enero de 2018	Página 1 de 3
INV-E 142, INV-E143 E INV-E 148				
<b>A. CBR</b>				
LOCALIZACION/FUENTE:	LLANADAS			
CLASE DE COMPACTACION:	MODIFICADO C			
DESCRIPCION:	MATERIAL SUB-BASE GRANULAR		FECHA: _____	
	<b>PROCTOR</b>			<b>C . B . R</b>
<b>GOLPES / CAPA</b>				
MOLDE No.	2	2	2	
Agua adicional (cm3.)	0	120	240	
Peso molde + suelo húmedo (g)	10384	10618	10536	
Peso del molde + base (g)	5742	5742	5742	
Peso suelo húmedo (g)	4642	4876	4794	
Volumen del molde (cm3)	2120.4	2120.4	2120.4	
Densidad húmeda (g/cm3)	2,189	2,300	2,261	
<b>DATOS DE HUMEDAD</b>				
RECIPIENTE No.	13	13	30	
Peso suelo húmedo + recipiente (g)	676.9	790.1	1118.1	
Peso suelo seco + recipiente gr.	634.8	735.5	1028.8	
Peso recipiente (g)	71.7	127.6	198	
% DE HUMEDAD	7,5	9,0	10,7	
DENSIDAD SECA (KN/cm3)	19,939	20,655	19,984	
<b>CORRECIÓN DEL PESO UNITARIO Y HUMEDAD INV-E 143 - 13</b>				Peso martillo: <b>10 L</b>
Porcentaje fracción fina (PFE)				Nº. De capas: <b>5</b>
Porcentaje fracción gruesa (PFG)				Clasificación: <b>USC</b>
P. Especifico fracción gruesa (GM)				Clasificación: <b>A.A.S.H.T.O.</b>
Humedad fracción gruesa				Humedad Óptima (%): <b>9,2</b>
% HUMEDAD CORREGIDA CW				Densidad máxima (KN/cm3): <b>20,680</b>
P. UNITARIO CORREGIDO Cyd				Humedad Óptima corregida (%): <b>0,0</b>
				Densidad máxima corregido (KN/cm3): <b>0,000</b>
				(lb/ft <sup>3</sup> ): <b>131,7</b>
				Límite plástico (%): <b>0</b>
				Límite Líquido (%): <b>0</b>
				Índice de plasticidad (%): <b>0</b>
				Densidad máxima (KN/cm3): 95%= <b>19,646</b>
<b>PROCTOR</b>				
OBSERVACIONES: _____				
_____				
_____				
Elaborado por:				Revisado por:
Nombre:	JEFFERSON RUEDA R			Nombre:
Cargo:	JEFE DE LABORATORIO			Cargo:

Ilustración 147. Ensayo de relación de soporte del suelo en el laboratorio (Proctor)

Ensayo de cono y arena: Para efectos de calidad se realizó el ensayo de campo de densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena (INV-E-161-13). Se tomaron dos muestras de la de la sub-base granular por cada vía para comprobar que se cumpla con la densidad y la humedad óptima. La humedad debe ser cercana a la humedad óptima para cumplir con las especificaciones. El ensayo de cono y arena dio resultados de compactación de 99 a 110%, y una humedad promedio de 8.9% cumpliendo con la especificación.



*Ilustración 148. Toma de muestra para ensayo de cono y arena*



*Ilustración 149. Laboratorista y ayudante realizan ensayo de cono y arena*

### ***Equipos utilizados***

- Motoniveladora
- Vibro compactador tándem mayor de 7 Ton
- Vibrocompactador tándem de 2 Ton
- Minicargador
- Retroexcavadora
- Compactador de llanta
- Pavimentadora de asfalto de cadenas (Finisher)
- Marmita irrigadora
- Compactador tipo rana de línea húmeda
- Herramienta menor

*Materiales de construcción*

- Sub-base granular (Entregada por contratante)
- Emulsión asfáltica de rompimiento lento (CRL-1)
- Riego de liga con emulsión asfáltica (CRR-1)
- Carpeta asfáltica MCD-19
- Carpeta asfáltica MCD-25
- Cemento
- Agua

*Cantidades***Tabla 9***Resumen de cantidades aplicadas*

VIA	Longitud vía (m)	Ancho vía (m)	Área vía (m <sup>2</sup> )	Sub base gran (m <sup>3</sup> )	Base gran (m <sup>3</sup> )	Riego imprim (m <sup>2</sup> )	Espes MDC -19 (cm)	MDC- 19 comp (m <sup>3</sup> )	MDC- 19 suelto (m <sup>3</sup> )	MDC -25 (m <sup>3</sup> )
<b>Calle 1</b>	56.9	5	284.5							
<b>Calle 2</b>	70.8	5	354	63.72	0	354	7	24.78	31.2228	0
<b>Calle 3</b>	86.46	5	432.3	77.81	0	432.3	7	30.26	38.1276	0
<b>Calle 4</b>	110.7	5	553.5	99.63	0	553.5	7	38.74	48.8124	0
<b>Calle 5</b>	85.98	5	429.9	77.38	0	429.9	7	30.09	37.9134	0
<b>Calle 6</b>	96.44	5	482.2	86.8	0	482.2	7	33.75	42.525	0
<b>Calle 7</b>	141.53	7	990.71	148.61	118.89	990.71	4	39.62	49.9212	49.53
<b>Calle 7 (Parq)</b>	35.02	5	175.1	26.27	21.01	175.1	4	182.1	229.446	8.755
<b>Calle 8</b>	148.48	5	742.4	133.63	0	742.4	7	51.96	65.4696	0
<b>Carrera 1A</b>	30.5	5	152.5	27.45	0	152.5	7	10.67	13.4442	0
<b>Carrera 2</b>	150.5	5	752.5	135.45	0	752.5	7	52.67	66.3642	0
<b>TOTAL</b>					<b>139.90</b>	<b>5065.11</b>		<b>494.64</b>	<b>623.25</b>	<b>58.29</b>

**Tabla 10***Área total de riego de imprimación con emulsión asfáltica CRL-1*

<b>RIEGO DE IMPRIMACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CRL-1</b>			
<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Frente de Trabajo</b>
70.8	5.00	<b>354.00</b>	<b>CALLE 2</b>
86.46	5.00	<b>432.30</b>	<b>CALLE 3</b>
110.7	5.00	<b>553.50</b>	<b>CALLE 4</b>
85.98	5.00	<b>429.90</b>	<b>CALLE 5</b>
96.44	5.00	<b>482.20</b>	<b>CALLE 6</b>
141.53	7.00	<b>990.71</b>	<b>CALLE 7</b>
35.02	5.00	<b>175.10</b>	<b>CALLE 7 (PARQUEADERO)</b>
148.48	5.00	<b>742.40</b>	<b>CALLE 8</b>
30.50	5.00	<b>152.50</b>	<b>CARRERA 1A</b>
150.50	5.00	<b>752.50</b>	<b>CARRERA 2</b>
<b>TOTAL</b>		<b>5,065.11</b>	

**Tabla 11***Volumen total de instalación de sub-base granular*

<b>INSTALACIÓN DE SUB-BASE (EXTENDIDA, HUMEDECIDA Y COMPACTADA)</b>					
<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Frente de Trabajo</b>
70.8	5.00	354.00	0.18	<b>63.72</b>	<b>CALLE 2</b>
86.46	5.00	432.30	0.18	<b>77.81</b>	<b>CALLE 3</b>
110.70	5.00	553.50	0.18	<b>99.63</b>	<b>CALLE 4</b>
85.98	5.00	429.90	0.18	<b>77.38</b>	<b>CALLE 5</b>
96.44	5.00	482.20	0.18	<b>86.80</b>	<b>CALLE 6</b>
141.53	7.00	990.71	0.15	<b>148.61</b>	<b>CALLE 7</b>
35.02	5.00	175.10	0.15	<b>26.27</b>	<b>CALLE 7 (PARQUEA)</b>
148.48	5.00	742.40	0.18	<b>133.63</b>	<b>CALLE 8</b>
30.50	5.00	152.50	0.18	<b>27.45</b>	<b>CARRERA 1A</b>
150.50	5.00	752.50	0.18	<b>135.45</b>	<b>CARRERA 2</b>
<b>TOTAL</b>				<b>876.75</b>	

**Tabla 12***Volumen total de instalación de base granular*

<b>INSTALACIÓN DE BASE (EXTENDIDA, HUMEDECIDA Y COMPACTADA)</b>					
<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Frente de Trabajo</b>
141.53	7.00	990.71	0.12	<b>118.89</b>	<b>CALLE 7</b>
35.02	5.00	175.10	0.12	<b>21.01</b>	<b>CALLE 7 (PARQUEA)</b>
<b>TOTAL</b>				<b>139.90</b>	

**Tabla 13***Volumen total de suministro e instalación de mezcla densa en caliente con MDC-19*

<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEZCLA DENSA EN CALIENTE CON MDC-19</b>					
<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Frente de Trabajo</b>
70.8	5.00	354.00	0.07	<b>24.78</b>	<b>CALLE 2</b>
86.46	5.00	432.30	0.07	<b>30.26</b>	<b>CALLE 3</b>
110.70	5.00	553.50	0.07	<b>38.74</b>	<b>CALLE 4</b>
85.98	5.00	429.90	0.07	<b>30.09</b>	<b>CALLE 5</b>
96.44	5.00	482.20	0.07	<b>33.75</b>	<b>CALLE 6</b>
141.53	7.00	990.71	0.04	<b>39.62</b>	<b>CALLE 7</b>
35.02	5.00	175.10	0.04	<b>182.10</b>	<b>CALLE 7 (PARQUEA)</b>
148.48	5.00	742.40	0.07	<b>51.96</b>	<b>CALLE 8</b>
30.50	5.00	152.50	0.07	<b>10.67</b>	<b>CARRERA 1A</b>
150.50	5.00	752.50	0.07	<b>52.67</b>	<b>CARRERA 2</b>
<b>TOTAL</b>				<b>494.68</b>	

**Tabla 14***Volumen total de suministro e instalación de mezcla densa en caliente con MDC-25*

<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEZCLA DENSA EN CALIENTE CON MDC-25</b>					
<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Frente de Trabajo</b>
141.53	7.00	990.71	0.05	<b>49.53</b>	<b>CALLE 7</b>
35.02	5.00	175.10	0.05	<b>8.755</b>	<b>CALLE 7 (PARQUEA)</b>
<b>TOTAL</b>				<b>58.29</b>	

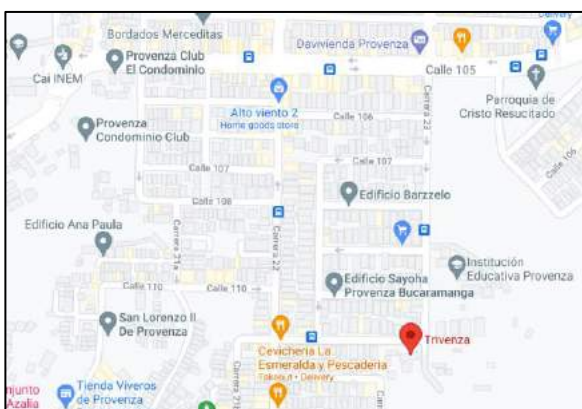
## 7.4 Proyecto de pavimentación de zanjado en la vía de acceso a la urbanización

### TRIVENZA de la constructora CONSUEGRA SANTOS

#### *Especificaciones del proyecto*

Empresa contratante: CONSUEGRASANTOS

Localización el proyecto: Provenza, Bucaramanga.



*Ilustración 150. Localización del proyecto. Trivenza (Google Maps)*



*Ilustración 151. Localización del proyecto, localización de área a intervenir. (Foto no actualizada. Google Earth)*

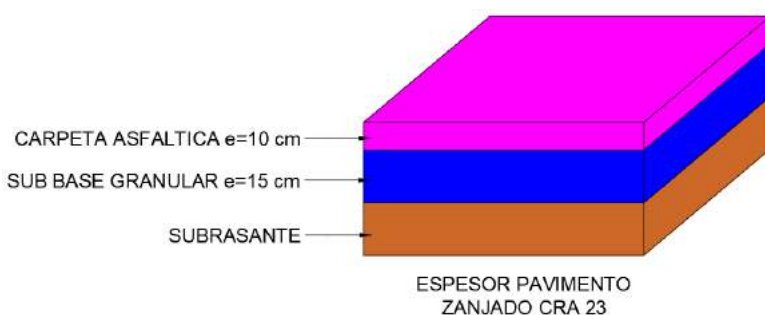
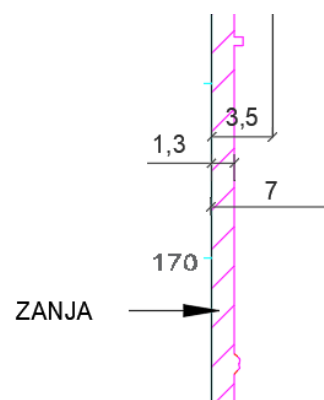
#### *Descripción del proyecto*

El proyecto consiste en la pavimentación de una zanja de 387 m lineales de longitud y 1.30 m de ancho. La zanja se encuentra en la carrera 23, entre la calle 105 y 111. El área total por pavimentar es de 503 m<sup>2</sup>. Este zanjado lo realizó la constructora para la adecuación de la red de acueducto al condominio. Se debe retirar la tierra compactada junto con una pequeña porción de pavimento, excavar 25 cm y compactar el suelo para aplicar 15 cm de base granular, riego de imprimación con emulsión y una carpeta asfáltica MDC-19 de espesor 10 cm.

Las cantidades proyectadas para el proyecto son:

**Tabla 15***Resumen cantidades del proyecto*

<b>PARCHEO CALLE 23 ENTRE CONDOMINIO Y CALLE 105 (387MX 1.3M)</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>
EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (Incluye corte, cargue y disposición de material escombrera y derechos de escombrera) (387X1.30)	m <sup>3</sup>	503.1
BASE GRANULAR <b>BG_A E=15 CM</b>	m <sup>2</sup>	98.1
RIEGO DE IMPRIMACION CON EMULSION ASFALTICA <b>CRL-1 AREA= (387X1.30)</b>	m <sup>2</sup>	503.1
CARPETA REPARACION PARCHEO CON <b>MDC-19 (60-70) E= 10 CM</b> sin promotor de adherencia	m <sup>2</sup>	63.4

*Ilustración 152. Estructura de pavimento**Ilustración 153. Dimensiones de la vía y zanjado***Proceso constructivo**

La cuadrilla para trabajar en el proyecto está conformada por un inspector y cuatro ayudantes.

El proceso constructivo fue el siguiente: Las actividades inician en la carrera 23 con calle 105. Se demarcan las abscisas con un aerosol rojo para tener un control de la obra. La retroexcavadora realiza una excavación de 25 cm de profundidad y 1.3 m de ancho. A medida que se excava el material este se vierte de manera cuidadosa en el antejardín ubicado al lado de

la zanja. A medida que avanza hacia la calle 111, se revisan los niveles y cuando se han excavado aproximadamente 40 m lineales se procede a compactar la subrasante con un vibro compactador de 2 ton. Al encontrarse seriada la subrasante se añade por medio del minicargador y los ayudantes la base granular dentro de la zanja, donde se miden 19.5 cm de espesor suelto, se revisan los niveles y se compacta. Al revisar el espesor de 15 cm de base granular en 80 m lineales de zanja se procede a aplicar la emulsión asfáltica para al día siguiente aplicar un viaje (13m<sup>3</sup>) de mezcla asfáltica.



*Ilustración 154. Zanja en carrera 23 abscisa 180*



*Ilustración 155. Zanja en carrera 23 abscisa 1300*

### ***Transporte y acople de los materiales***

El transporte de material granular desde la planta ubicada en pescadero hasta el sitio de la obra se realiza por medio de dos volquetas que realizarán 24 viajes con una carga de trece metros cúbicos (13m<sup>3</sup>) cada una. Las volquetas realizan en promedio un viaje por día debido a que el sitio de acopio en la calle es estrecho.

Cada transportador debe entregar al inspector o ingeniero a cargo el recibo de la planta donde se indican los datos del vehículo y la cantidad de material que se cargó a la volqueta.





*Ilustración 159. Zanjado antes de intervenir Carrera 23*



*Ilustración 160. Zanjado antes de intervenir Calle 105*

Se excavó por medio de la retroexcavadora a 25 cm de profundidad, se niveló, se serió la subrasante y se compactó por medio de un vibrocompactador de 2 toneladas, las zonas donde el vibrocompactador no podía acceder fueron compactadas por medio de un saltarín compactador.

El material retirado se apilo en la franja de jardín ubicada al lado de la zanja. Al final de la intervención se retiró el material por medio de una volqueta.



*Ilustración 161. Retroexcavadora excavando la subrasante*



*Ilustración 162. Ayudante compactando la subrasante con saltarín*



*Ilustración 163. Vibrocompactador pisando la subrasante*

Fallos: En las zonas donde se presentaron fallas se retiró el material hasta máximo 50 cm de profundidad con el fin de evitar daños a la tubería de agua. Se insertó bolo de río de máximo 20 cm de diámetro con el fin de mejorar la capacidad portante de la subrasante. Sobre el bolo se vierte la base granular.



*Ilustración 164. Fallo mejorado con bolo de río*



*Ilustración 165. Fallo con mejoramiento y base granular*

### ***Base granular***

La base granular utilizada es Tipo A (BG\_A) y se extrae en Piedecuesta, Santander; en la planta de la empresa Arenera Chicamocha S.A.S.

El minicargador carga base del sitio de acopio y lo lleva hasta el sitio donde se esté trabajando. Los ayudantes extienden la base de manera manual, se revisan los niveles utilizando un hilo, la pendiente que tiene la vía (Bombeo del 2%) y un tubo de PVC con la marca del nivel. El espesor final es de 15 cm, el grado de compactación es de 1.3 por lo cual la capa de material suelto se debe dejar de aproximadamente 19.5 cm de espesor, para que al compactar cumpla la especificación.



*Ilustración 166. Ayudante extendiendo la base granular*



*Ilustración 167. Inspector y ayudante revisando nivel de la base granular*

Compactación: Al revisar y dar visto bueno al seriado de la base granular se procede a compactar, se utiliza el vibrocompactador y se realiza una compactación manual, con un saltarín compactador en las áreas de difícil acceso.



*Ilustración 168. Ayudante compactando la base granular alrededor de tapa de sumidero*



*Ilustración 169. Vibrocompactador compactando la base granular*

### ***Imprimación***

Al revisar que los requisitos especificados en cuanto a conformación, compactación y acabado de la base granular se cumplan y que ella no se haya reblandecido por exceso de humedad se procede a iniciar el proceso de irrigación de la emulsión asfáltica.

Emulsión utilizada: Emulsión asfáltica de lenta absorción, composición: 50% emulsión, 50% agua. Se utiliza una marmita irrigadora que es cargada con la emulsión por los ayudantes y el operario del minicargador, al finalizar el llenado se amarra la marmita al minicargador para

transportarla a la vía a imprimir. Los ayudantes utilizan una pimpina de gas propano con un soplete (este accesorio es llamado Dragón) para calentar la manguera de la marmita y que de esta manera la emulsión que se adhiere a las paredes pueda fluir y se procede a realizar la imprimación.

No se utilizó láminas de zinc para proteger los sardineles debido a que estos se encontraban en muy mal estado y en algunos lugares no había, lo cual debe ser posteriormente arreglado por el contratante.



*Ilustración 170. Operario de minicargador con marmita irrigadora y ayudantes realizando riego de imprimación.*



*Ilustración 171. Ayudante realiza riego de imprimación*

### ***Carpeta asfáltica***

Se utilizó una mezcla asfáltica en caliente de tipo denso de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 19 mm (MDC-19). La temperatura de salida de la mezcla asfáltica de la planta es de 155°C.

Cada transportador debe entregar al inspector o ingeniero a cargo el recibo de la planta donde se indican los datos del vehículo, la cantidad de mezcla asfáltica que se cargó a la volqueta y la temperatura de salida de la planta.

Se diligencia el formato de Control diario de aplicación de pavimento, y se organiza junto con los recibos del material, al final de la obra estos documentos deben ser entregados en la oficina para el archivo del proyecto.

Formulario de despacho de materiales de Paviandi. El formulario contiene los siguientes datos:

- Logo: Paviandi
- Revisión No.: 05
- Fecha de Revisión: Enero de 2016
- Página: 1 de 2
- No.: 92484
- MATERIAL: 1. EMULSIÓN, 2. MEZCLA ASFÁLTICA MDC-25, 3. MEZCLA ASFÁLTICA MDC-19 (cantidad: 13 m³), 4. MEZCLA ASFÁLTICA MDC-10, 5. SUB-BASE CLASIFICADA, 6. SUB-BASE TRITURADA, 7. BASE GRANULAR, 8. TRITURADO, 9. ARENA, 10. OTROS
- TEMPERATURA: 155°C
- HORA SALIDA: [ ]
- PLACA: [ ]
- FECHA: [ ]
- NOMBRE DEL CONDUCTOR: [ ]
- FIRMA CONDUCTOR: [ ]
- DESTINO: [ ]
- ALTURA CARGA: [ ]
- DESPECHADO POR: [Firma]
- RECIBIDO POR: [Firma]

Ilustración 172. Recibo de despacho de materiales de la planta

Paviandi		CONTROL DIARIO DE APLICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS F-99														
		Revisión No 01				Fecha de Revisión: junio de 2019				página 1 de 1						
FECHA																
PROVEEDOR																
OBRA/PROYECTO												SECTOR				
RESPONSABLE																
No	PLACA VOLQUETA	CANT. (m3) Recibo	No. REMISION	TIPO DE MATERIA	HORA LLEGADA	LOCALIZACION			CAPA		ESPESOR (m)	CLIMA	TEMPERATURA DE MATERIAL (°C)			OBSERVACIONES
						CALZADA/CARRIL	ABSCISA INICIO	ABSCISA FINAL	1	2			LLEGADA	APLICACION	COMPACT	
ASFÁLTICA APLICADA		FIRMA RESPONSABLE										NOTA: ADJUNTAR LOS DESPACHOS DE MATERIAL F-44.				

Ilustración 173. Formato Control diario de aplicación de pavimento

Aplicación de la carpeta asfáltica: La mezcla se aplica de manera manual debido a que el ancho de la zanja no es suficiente para utilizar la vibroextendedora (finisher). La volqueta se ubica en una zona dentro de la obra, la volqueta vierte la mezcla en la tolva del minicargador, el operario

debe realizar este procedimiento con sumo cuidado debido a la extrema temperatura de la mezcla para evitar accidentes laborales. Al tener la tolva llena procede a llevarla a la zona de aplicación donde los ayudantes extienden de manera manual la mezcla.



*Ilustración 174. Volqueta vertiendo mezcla asfáltica en tolva del minicargador*



*Ilustración 175. Operario del minicargador vertiendo mezcla asfáltica en zanjado*



*Ilustración 176. Ayudantes extienden la mezcla asfáltica.*

Compactación de la carpeta asfáltica: Por medio del vibrocompactador se compacta la carpeta asfáltica, en las zonas donde este no puede acceder se compacta de forma manual utilizando el saltarín compactador. Al finalizar se revisa el nivel de la carpeta asfáltica utilizando una regla metálica.



*Ilustración 177. Vibrocompactador compactando la carpeta asfáltica*



*Ilustración 178. Ayudante verifica nivelación de la carpeta asfáltica*

### *Obras anexas*

Al comienzo de la obra la retroexcavadora rompió un tubo de conexión de agua que se encontraba a aproximadamente 20 cm de profundidad y dentro del zanjado. Al ser un tubo de conexión antigua no cumple con la especificación nueva y por lo tanto el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB) llegó al sitio y corrigió el tubo para sellar la salida de agua y evitar un nuevo daño. La empresa advirtió que en la zona la tubería es antigua y puede estar a una profundidad superficial por lo cual el operario de la retroexcavadora debía tener cautela a la hora de excavar y pedir a un ayudante la excavación manual en donde se presentaba riesgo de tubería.



*Ilustración 179. Daño en tubería realizado por la excavación*



*Ilustración 180. Trabajador del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB) revisando el arreglo de la tubería*

Al finalizar la pavimentación se dedicaron dos jornadas a la limpieza de escombros y de la calle. El operario del minicargador y los ayudantes recogen el material retirado y lo cargan a la volqueta que realiza un trayecto de aproximadamente 7 km a la escombrera más cercana. Los ayudantes también barrieron la vía y al finalizar los trabajos se lavó por completo la carrera 23 con un carrotanque dedicado a esta labor. Se hace entrega de un recibo al conductor de la volqueta con cada viaje que realice para que la empresa del botadero pase la factura a la empresa.

EMPRESA: <i>FORTANO</i>		N° 56251	
NIT: _____			
FECHA: _____	VOLUMEN: <i>13.00</i> M <sup>3</sup>		
VOLQUETA PLACAS: _____	ESCOBRERA: <i>E. Piquero</i>		
 FIRMA DE INSPECTOR		 FIRMA VOLQUETERO	

*Ilustración 181. Recibo del botadero*

### ***Equipos utilizados***

- Vibrocompactador tándem de 2 Ton
- Minicargador
- Retroexcavadora
- Marmita irrigadora
- Saltarín compactador
- Herramienta menor

### ***Materiales de construcción***

- Base granular Tipo A (BG\_A)
- Emulsión asfáltica de rompimiento lento (CRL-1)
- Carpeta asfáltica MCD-19

### ***Ensayos***

Ensayo de compactación: El ensayo de compactación INV-E- 142 otorgado por la planta dio como resultado una densidad máxima de 2,28 Kg/m<sup>3</sup>, y una humedad optima de 5.0%.

Ensayo de cono y arena: Se realiza el ensayo de campo de densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena (INV-E-161-13). Se tomaron cuatro muestras de la de la base granular a lo largo del zanjado para comprobar que esta cumple con la densidad

y la humedad optima. La humedad debe ser cercana a la humedad óptima para cumplir con las especificaciones. El ensayo de cono y arena dio como resultado una compactación mayor al 98% en las cuatro muestras, cumpliendo con la especificación.

DATOS DEL TERRENO				
MUESTRA N°	Capa # 1	Capa # 1	Capa # 1	Capa # 1
ABSCISA	K0+20	K0+60	K0+150	K0+250
A DENSIDAD DE LA ARENA gr/cm <sup>3</sup>	1.410	1.410	1.410	1.410
B CONSTANTE DEL CONO (gr)	1622	1622	1622	1622
C PESO FRASCO+CONO ANTES DE USARLO (gr)	6034	5949	5913	5849
D PESO MATERIAL EXCAVADO (gr)	2639	3291	3288	3263
E PESO FRASCO+CONO DESPUÉS DE USARLO	2854	2377	2325	2301
F PESO ARENA UTILIZADA (gr) (C-E)	3180	3572	3588	3548
G PESO ARENA EN EL HUECO (gr) (F-B)	1558	1950	1966	1926
H VOLUMEN DEL HUECO cm <sup>3</sup> (G/A)	1105	1383	1394	1366
I CONTENIDO HUMEDAD MATERIAL EXCAVADO %	0.070	0.030	0.030	0.040
J PESO SECO MATERIAL EXCAVADO (D-(D*I)/100)	2466	3195	3192	3138
K DENSIDAD SECA KN/cm <sup>3</sup> (J/H)	2.23	2.31	2.29	2.30
L DENSIDAD LABORATORIO KN/cm <sup>3</sup>	2.28	2.28	2.28	2.28
CORRECCIÓN PESO UNITARIO INV-E 143				
M PORCENTAJE O PESO FRACCIÓN FINA PFE	82	80	83	83
N PORCENTAJE O PESO FRACCIÓN GRUESA PFG	12.8	12.3	12.0	12.0
O P. ESPECIFICO DE FRACCIÓN GRUESA GM	2.0	2.6	2.1	2.1
P HUMEDAD FRACCIÓN GRUESA %	4.5	4.5	4.5	4.5
Q HUMEDAD CORREGIDA CW %	0.6	0.6	0.6	0.6
R P. UNITARIO CORREGIDO YF	1.9	1.9	1.9	1.9
PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN (K/L)*100	98	101.3	100	101

*Ilustración 182. Ensayo de cono y arena entregado por laboratorista*



*Ilustración 183. Laboratorista y ayudante realizando ensayo de cono y arena abscisa 50*



*Ilustración 184. Laboratorista y ayudante realizando ensayo de cono y arena abscisa 280*


*Cantidades***Tabla 16***Cantidades totales utilizadas en el proyecto*

<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>
EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN (Incluye corte, cargue y disposición de material escombrera y derechos de escombrera)	m <sup>3</sup>	509.6
BASE GRANULAR <b>BG_A E=15 CM</b>	m <sup>2</sup>	100.0
RIEGO DE IMPRIMACION CON EMULSION ASFALTICA <b>CRL-1</b>	m <sup>2</sup>	503.1
CARPETA REPARACION PARCHEO CON <b>MDC-19 (60-70) E= 10 CM</b> sin promotor de adherencia	m <sup>2</sup>	64.4

## 7.5 Labores de oficina

Se realizaron las siguientes labores de acompañamiento al ingeniero Armando Rodríguez Rodríguez en las oficinas de PAVIANDI ubicadas en cañaveral, Floridablanca:

- Edición de planos en AUTOCAD de proyectos activos bajo la supervisión del ingeniero Armando, como lo son el muro de IDESAN, un proyecto de estabilización de talud de dos fallas en la vía al aeropuerto Palonegro.
- Organización de propuestas y presupuesto de obras, cómo lo son la propuesta de rehabilitación de la malla vial en Floridablanca.
- Apoyo tecnológico, organización de documentos, impresión de planos y realización de actas.
- Revisión de hojas de vida de aspirantes a cargos dentro de la cuadrilla, organización de documentos y presentación de estos al jefe de recursos humanos para su trámite de ingreso.
- Conformación de la cuadrilla de pavimentos para obras privadas, recopilación de hojas de vida y documentación de aspirantes a los cargos de rastrillero y ayudantes. Seguimiento al proceso de vinculación con la empresa trabajando en conjunto con el jefe de recursos humanos. La cuadrilla para los proyectos privados se integró con cuatro personas: Un rastrillero y cuatro ayudantes, uno de los cuales será entrenado para realizar la labor de Tornillero.
- Seguimiento de personal de la cuadrilla, horas trabajadas en la jornada y diligenciamiento del formato F-42: FORMATO SOLICITUD Y REQUISICION DE PERSONAL. El formato se envía a recursos humanos semanalmente.

		REPORTE DIARIO DE PERSONAL F-20. CUADRILLA PROYECTOS PRIVADOS								
SABADO		CABLECOL - LA GIRONA								
DIA	MES	AÑO	HOJA No.1							
10	ABRIL	2021	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	GRUPO	CARGO	INICIO AM	FINAL AM	INICIO PM	FINAL PM
1	SANCHEZ BECERRA MIGUEL ANGEL		13.830.636	INSPECTOR	INSPECTOR	7:00	12:00	13:00	14:00	
2	PERTUZ DE ARCO WILFRIDO ANTONIO		19.595.772	AYUDANTE Y/O CONTROLADOR	RASTRILLERO	7:00	12:00	13:00	14:00	
3	MARTINEZ BLANCO MAY JAVIER		1.098.671.810	AYUDANTE Y/O CONTROLADOR	AYUDANTE	7:00	12:00	13:00	14:00	
4	SANCHEZ EDGAR GIOVANNY		1.005.325.775	AYUDANTE Y/O CONTROLADOR	AYUDANTE	7:00	12:00	13:00	14:00	
5	TALAIGUA PACHECO LEONARDO		1.002.362.720	AYUDANTE Y/O CONTROLADOR	AYUDANTE	7:00	12:00	13:00	14:00	

*Ilustración 185. Formato F-20. Formato Reporte diario de personal.*

- Coordinación de pedido de maquinaria y equipos al jefe del área y coordinación de la llegada de estos al sitio de la obra.
- Cálculo de cantidades y viajes de material a utilizarse en los proyectos, cálculo del costo de los peajes y diligenciamiento del dinero para pagarle a los conductores de las volquetas los peajes.
- Coordinación de recogida y entrega de material, ya sea sub-base granular, base granular o capeta asfáltica desde la planta hasta la localización del proyecto.

## 8. FORMATO DE PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE PAVIMENTACIÓN

Se realizó un formato de seguimiento a las fases de planeación y ejecución de proyectos privados de pavimentación manejados por la subgerencia de la empresa con el fin de mejorar la organización de estos y tener un mayor control sobre las variables de cada proyecto.

La lista de chequeo de la etapa de planeación consiste en los ítems que se necesita tener organizados antes de pasar a la etapa de ejecución. Se debe marcar con una X los ítems que apliquen y con un ✓ si el ítem ya se ha realizado o cumplido.

**Tabla 17**

*Lista de chequeo en la etapa de planeación de proyectos privados de pavimentación*

<b>ETAPA DE PLANEACIÓN</b>				
		Marque con una <b>X</b> si aplica	Marque con un <b>✓</b> si está listo	DESCRIPCIÓN
<b>0</b>	<b>Contrato</b>			
0.1	Contrato firmado por las dos partes			
0.2	Pólizas			
0.3	Anticipo			
<b>1</b>	<b>Identificación sitio de la obra</b>			
1.1	Dirección			
1.2	Barrio			
1.3	Ciudad			
1.4	Departamento			
1.5	Observaciones			
<b>2</b>	<b>Duración de la obra</b>			
2.1	Fecha inicio			
2.2	Fecha final			
<b>3</b>	<b>Especificaciones del proyecto</b>			
3.1	Conformación subrasante			
3.2	Sub-base granular			

- 
- 3.3 Base granular
  - 3.4 Mezcla asfáltica MDC-25
  - 3.5 Mezcla asfáltica MDC-19
  - 3.6 Mezcla asfáltica MDC-10
  - 3.7 Riego de imprimación CRL-1
  - 3.7 Riego de liga CRR-1
- 

#### **4 Maquinaria y equipos**

---

- 4.1 Motoniveladora
  - 4.2 Vibrocompactador Tándem 2 Ton
  - 4.3 Vibrocompactador Tándem >7Ton
  - 4.4 Compactador llanta
  - 4.5 Minicargador
  - 4.6 Retroexcavadora
  - 4.7 Pavimentadora de asfalto  
(Finisher)
  - 4.8 Marmita irrigadora
  - 4.9 Accesorio Dragón
  - 4,10 Compactador tipo saltarín
  - 4.11 Compactador tipo rana línea  
húmeda
  - 4.12 Herramienta menor
- 

#### **5 Personal**

---

- 5.1 Ingeniero residente
  - 5.2 Inspector
  - 5.3 Topógrafo
  - 5.4 Cuadrilla
  - 5.5 Ayudante 1
  - 5.6 Ayudante 2
  - 5.7 Ayudante 3
  - 5.8 Ayudante 4
  - 5.9 Rastrillero
  - 5.1 Niveletero
  - 5.11 Tornillero
- 

#### **6 Suministros extra**

---

- 6.1 Agua
  - 6.2 Baño
- 

#### **7 Otros**

---

- 7.1
  - 7.2
-

La lista de chequeo en la etapa de ejecución consiste en los ítems que se necesita tener organizados durante cada etapa del proyecto para tener un control del avance de obra. Se debe marcar con una X los ítems que apliquen y con un ✓ si el ítem ya se ha realizado o cumplido.

**Tabla 18**

*Lista de chequeo en la etapa de ejecución de proyectos privados de pavimentación*

<b>ETAPA DE EJECUCIÓN</b>		Marque con una X si aplica	Marque con un ✓ si está listo	DESCRIPCIÓN
<b>0</b>	<b>Maquinaria</b>			
0.1	Solicitud de traslado de maquinaria a la obra			
0.2	Pedido de materiales a la planta			
0.3	Envío de requerimientos de personal a SYSO			
<b>1</b>	<b>Traslados materiales granulares</b>			
1.1	Volqueta asignada 1			
1.2	Volqueta asignada 2			
1.3	Volqueta asignada 3			
1.4	Volqueta asignada 4			
1.5	Volqueta asignada 5			
1.6	Volqueta asignada 6			
<b>2</b>	<b>Seguimiento de obra</b>			
2.1	Fecha inicio de actividades			
2.2	Fecha acta 1			
2.3	Fecha acta 2			
2.4	Fecha acta 3			
2.5	Fecha acta 4			
2.6	Fecha final de actividades			
<b>3</b>	<b>Control de calidad</b>			
3.1	F-20 Seguimiento Diario Personal Maq y Materiales			
3.2	F-35 Formato de Solicitud de Compra			
3.3	F-42 Formato Solicitud y Requisición de Personal			

- 
- 3.4 F-59 Control Diario de Aplicación Pavimento
  - 3.5 F-89 Permiso de Ausencia Laboral
  - 3.6 Formato Control de Materiales en Obra
  - 3.7 Planilla Aplicación Mezcla Cuadrillas
  - 3.8 Caja Menor
  - 3.9 Caja Menor - Peajes
  - 3.10 Ensayo Proctor
  - 3.11 Ensayo Densidades
- 

#### **4 Finalización de Obra**

---

- 4.1 Retiro de maquinaria
  - 4.2 Retiro de herramientas
  - 4.3 Paz y salvo
  - 4.4 Liquidación del Contrato
  - 4.5 Entrega de formatos de calidad a oficina
  - 4.6 Entrega de registro fotográfico a oficina
- 

#### **5 Otros**

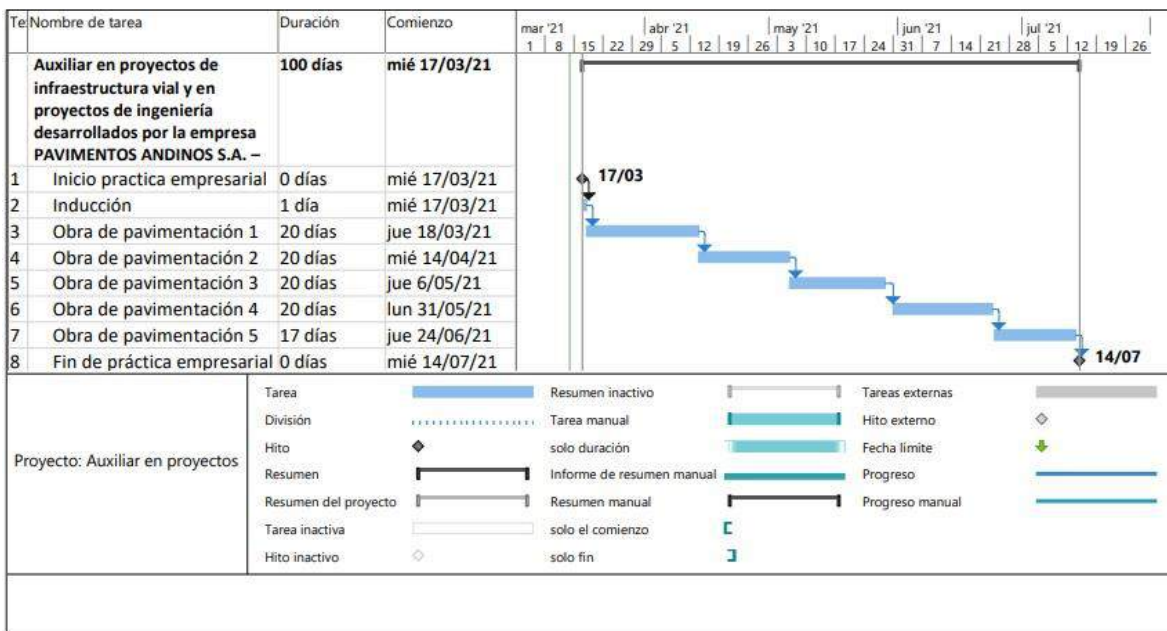
---

- 5.1
  - 5.2
-

### 9. CRONOGRAMA

La práctica tendrá una duración de cuatro meses donde se alternará el trabajo de campo principalmente en obras de pavimentación y trabajo de oficina apoyando al ingeniero civil Armando Rodríguez Rodríguez. Las obras de pavimentación en las que se va a trabajar como auxiliar tienen una duración aproximada de 20 días.

Tabla 19. Programación de actividades



## 10. PRESUPUESTO

**Tabla 20**

*Presupuesto Práctica Empresarial*

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	VR. UNIT	CANT	TOTAL	RESPONSABLE	
						EMPRESA	ESTUDIANTE
1	Transporte	mes	\$ 681.395	4	\$ 2.725.578	X	
2	Alimentación	mes	\$ 227.132	4	\$ 908.526	X	

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Arenas Osorio, L. (2016). *Auxiliar residente de obra en la ejecución de actividades estructurales del proyecto Aziz condominio de la empresa FENIX CONSTRUCCIONES S. A.* (Práctica Empresarial). Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, Floridablanca, Colombia. Biblioteca virtual UPB.
- [2] Diaz Cuevas, M. (2017). *Apoyo al ingeniero residente en la construcción del edificio Kaoba en la ciudad de Bucaramanga, por parte de la empresa OTACC S. A.* (Práctica Empresarial). Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, Floridablanca, Colombia. Biblioteca virtual UPB.
- [3] Espinosa Rivera, D. (2017). *Auxiliar residente de obra movimiento de tierra del proyecto Ruitoque park, en Ruitoque bajo.* (Práctica Empresarial). Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, Floridablanca, Colombia. Biblioteca virtual UPB.
- [4] Baez Mesa, C. (2018). *Apoyo al ingeniero residente en la construcción del puente vehicular sobre el rio frio para conectar el sector San Jorge Villamil del municipio de Girón, departamento Santander.* (Práctica Empresarial). Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, Floridablanca, Colombia. Biblioteca virtual UPB.

[5] Solano Diaz, L. (2018). *Apoyo al residente y el área administrativa en la construcción de obras civiles de la empresa constructora Ingeniería San Sebastián S.A.S.* (Práctica Empresarial). Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, Floridablanca, Colombia. Biblioteca virtual UPB.

[6] INVIAS, 2013. Normas y especificaciones 2012 INVIAS. *Especificaciones generales de construcción de carreteras*. Bogotá, Capítulo 1. Páginas 100-4, 100-5, 103-1, 105-4, 105-5.

[7] INVIAS, 2018 *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá, Glosario. Página 271, 273.

[8] INVIAS, 2013. Normas y especificaciones 2012 INVIAS. *Especificaciones generales de construcción de carreteras*. Bogotá, Capítulo 3. Páginas 310-1, 300-3, 300-6, 320-1, 330-1.

[9] INVIAS, 2013. Normas y especificaciones 2012 INVIAS. *Especificaciones generales de construcción de carreteras*. Bogotá, Capítulo 4. Páginas 420-1, 450-1.