

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	<b>Documento</b>	<b>Código</b>	<b>Fecha</b>	<b>Revisión</b>
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
	<b>Dependencia</b>	<b>Aprobado</b>		<b>Pág.</b>
	<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>1(175)</b>

### RESUMEN - TESIS DE GRADO

<b>AUTORES</b>	<b>MARÍA VICTORIA OSORIO PACHECO</b>
<b>FACULTAD</b>	<b>DE INGENIERÍAS</b>
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>INGENIERÍA CIVIL</b>
<b>DIRECTOR</b>	<b>Esp. WILLINTON HERNESTO CARRASCAL MUÑOZ</b>
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>APOYO TÉCNICO EN LA SUPERVISIÓN DE OBRA A CARGO DE LA DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER, ESPO S.A “E.S.P”</b>

#### RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL PRESENTE TRABAJO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍAS ESTUVO ORIENTADO PRINCIPALMENTE A LA SUPERVISIÓN DE OBRA, PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20” PVC ENTRE EL SECTOR LOS HELECHOS – LA PALMITA, MEDIANTE EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES COMO LO SON: EL SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS, REVISIÓN DE LOS CONTROLES REALIZADOS POR LA EMPRESA, ELABORACIÓN DE LISTAS DE CHEQUEO Y DEL FORMATO GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE INFORMES MENSUALES

#### CARACTERÍSTICAS

<b>PÁGINAS: 175</b>	<b>PLANOS: 0</b>	<b>ILUSTRACIONES: 61</b>	<b>CD-ROM: 1</b>
---------------------	------------------	--------------------------	------------------



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552  
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104  
 info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

**APOYO TÉCNICO EN LA SUPERVISIÓN DE OBRA A CARGO DE LA DIRECCIÓN  
DE PLANEACIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA,  
NORTE DE SANTANDER, ESPO S.A “E.S.P”**

**AUTOR:**

**MARÍA VICTORIA OSORIO PACHECO**

**Trabajo de grado bajo la modalidad de pasantías para Optar el título de Ingeniero Civil**

**DIRECTOR**

**Esp. WILLINTON HERNESTO CARRASCAL MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**INGENIERÍA CIVIL**

**Ocaña. Colombia**

**Abril, 2018**

## **Dedicatoria**

Principalmente a Dios, quien me ha dado la fortaleza para alcanzar cada meta propuesta, a mis padres y hermanas, quienes han confiado en mí y se enorgullecen de cada uno de mis logros y a mis hermosos sobrinos Juan José, Andry Santiago y Helen Daniela, a quienes quiero con todo mi corazón.

## **Agradecimientos**

Agradezco principalmente a Dios por haberme permitido culminar este proceso de manera satisfactoria y por ser el eje fundamental en el cumplimiento de este logro.

A la empresa de servicios públicos de Ocaña ESPO S.A, por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de grado bajo la dirección de planeación, por respaldarme con los estudios necesarios para la propuesta de diseño de pavimentos, por la confianza que me depositaron y el reconocimiento a mi desempeño. De igual forma a la Ing. Gladys patricia Bacca Picón, quien me apoyó y estuvo al pendiente de mí durante la ejecución de la pasantía en la empresa.

A mi director de trabajo de grado el Ing. Willinton Hernesto Carrascal Muñoz, y a los jurados del proyecto, por el tiempo que me dedicaron.

A los amigos que me acompañaron y colaboraron durante este proceso y en general a cada una de las personas que de una u otra forma han contribuido para llegar a hacer realidad este sueño.

## Índice

Capítulo 1. Apoyo técnico en la supervisión de obra a cargo de la Dirección de planeación de la empresa de servicios públicos de Ocaña, Norte de Santander, ESPO S.A. “E.S.P” .....	1
1.1 Descripción breve de la empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S. A.....	1
1.1.1 Misión.....	3
1.1.2 Visión.....	4
1.1.3. Objetivos de la empresa.....	4
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional .....	5
1.1.5 Descripción de la Dirección de Planeación. ....	8
1.2 Diagnóstico inicial de la Dirección de Planeación de la ESPO S.A “ESP” .....	10
1.2.1 Planteamiento del problema.. ....	12
1.3 Objetivos de la pasantía.....	14
1.3.1 Objetivo General .....	14
1.3.2 Objetivos Específicos. ....	14
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma. ....	15
 Capítulo 2. Enfoque referencial. ....	 17
2.1 Enfoque conceptual .....	17
2.1.1 Supervisión técnica.....	17
2.1.2 Interventor .....	17
2.1.3 Bitácora. ....	17
2.1.4 Red matriz .....	18
2.1.5 Excavación.....	18
2.1.6 Tubería.....	18
2.1.7 Accesorios .....	18
2.1.8 Agua potable.....	18
2.1.9 Concreto reforzado .....	18
2.1.10 Micro pilotes.....	19
2.1.11 Pavimento .....	19
2.1.12 Subrasante.....	19
2.1.13 Pavimento Rígido .....	19
2.1.14 Transito promedio diario TPD.....	20
2.1.15 Volumen de tránsito.....	20
2.1.16 Transito existente.....	20
2.1.17 Transito atraído.....	20
2.1.18 Transito generado .....	21
2.1.19 Vehículos comerciales .....	21
2.1.20 Ensayo CBR. ....	21
2.1.21 Juntas. ....	21
2.2 Enfoque legal.....	21
2.2.1 Resolución No. 1096 del 17 de noviembre de 2000, por la cual se adopta el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básicoa .....	21
2.2.2 Ley 400 del 19 de agosto de 1997 .....	22
2.2.3 Ley 715 de 2001. ....	23
2.2.4 Ley 105 de 1993. ....	24

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo .....	25
3.1 Realizar seguimiento y control al proyecto denominado Instalación Red matriz de acueducto en línea de 20” PVC zona 5 central los Helechos – la Palmita (carrera 10C con calle 16) Ocaña Norte de Santander, que se encuentran a cargo de la Dirección de Planeación de la ESPO S.A. ....	25
3.1.1 Asistencia técnica a la obra en ejecución asignada. ....	27
3.1.2 Supervisar los procesos constructivos en la obra. ....	27
3.1.3 Supervisar el cumplimiento de las especificaciones técnicas en la ejecución del proyecto. ....	64
3.1.4 Identificar y llevar un registro de los diferentes controles que realiza la empresa en la obra de acueducto asignada. ....	65
3.1.5 Mantener informado al supervisor o jefe directo la empresa de los avances de obra ..	74
3.1.6 Presentar el informe técnico del seguimiento realizado. ....	74
3.2 Proponer el diseño de pavimento Rígido para la calle Urbanización central y un tramo de la calle Escobar, a las cuales se les realizo la reposición de las redes de acueducto y alcantarillado por parte de la empresa ESPO S.A. ....	74
3.2.1 Definir la metodología a emplear en el diseño de pavimento .....	75
3.2.2 Establecer y analizar los parámetros y criterios técnicos a implementar en el diseño de pavimentos rígidos. ....	75
3.2.3 Hacer conteos vehiculares en la calle escobar y la Cra 11 b de Urbanización central para estimar el TPDs. ....	77
3.2.4 Analizar los resultados del estudio de suelo que aportará la empresa de servicios públicos de Ocaña ESPO S.A. ....	84
3.2. Elaborar el presupuesto para la construcción del pavimento en concreto hidráulico con base en los diseños propuestos a fin de aportar una alternativa favorable en cuanto a aspectos técnicos y económicos. ....	120
3.2.1. Elaborar las memorias de cálculo de cantidades de acuerdo con el diseño planteado y la geometría de la vía existente. ....	120
3.2.2. Realizar los análisis de precios unitarios de cada actividad. ....	121
3.2.3. Desarrollar el presupuesto de obra .....	125
3.3. Elaborar un formato modelo para la presentación del informe mensual de supervisión de obra, que permita estandarizar el contenido y presentación de la información. ....	126
3.3.1. Revisar los parámetros de comunicación escrita contemplados en el manual de inducción y consulta de la ESPO S.A a tener en cuenta en la elaboración del formato de informe de supervisión .....	126
3.3.2. Definir junto con la dirección de planeación el contenido relevante del informe mensual de supervisión de obra. ....	127
3.3.3. Elaborar el formato guía para la presentación de informes mensuales de seguimiento a las obras .....	128
Capítulo 4. Diagnostico final .....	130
5. Conclusiones .....	131
6. Recomendaciones .....	133

Referencias..... 134

Apéndices..... 135

## Índice de figuras

Figura 1. Estructura organizacional de la ESPO S.A. "ESP". .....	5
Figura 2. Localización del proyecto.....	26
Figura 3. Equipo de trabajo.....	28
Figura 4. Retro excavadora realizando el movimiento de la Yee de 20” a 16” .....	30
Figura 5. Volqueta utilizada en obra.....	30
Figura 6. Compactador tipo canguro .....	31
Figura 7. Cortadora de pavimento .....	31
Figura 8. Compresor .....	31
Figura 9. Preparación de la mezcla de concreto en obra.....	32
Figura 10. Vibrado del concreto para la losa inferior de una de las cajas. ....	32
Figura 11. Elementos utilizados para la señalización de la obra. ....	33
Figura 12. Vista en planta de tramos comprendidos en el proyecto .....	34
Figura 13. Localización de la tubería existente .....	35
Figura 14. Levantamiento topográfico.....	36
Figura 15. Demarcación de la línea de corte del pavimento.....	37
Figura 16. Corte de pavimento rígido existente,.....	37
Figura 17. Demolición de pavimento rígido .....	38
Figura 18. Excavación para la instalación de la red matriz en el Barrio la Palmita .....	39
Figura 19. Excavación manual.....	39
Figura 20. Suelo con presencia de nivel freático .....	40
Figura 21. Ensayo de penetración estándar realizado en obra. ....	40
Figura 22. Compactación Cama en recebo para apoyo de tubería.....	41

Figura 23. Relleno y compactación de excavaciones. ....	42
Figura 24. Vista en planta del recorrido realizado por volquetas de la obra a la escombrera. ...	43
Figura 25. Cargue y retiro de material de excavación .....	44
Figura 26. Instalación de tubería de acueducto PVC 20” .....	45
Figura 27. Instalación de la válvula de 18” .....	46
Figura 28. Ubicación accesorios representativos.....	47
Figura 29. Instalación accesoria con ángulo de 5° .....	48
Figura 30. Instalación Yee de 20” A 16” .....	49
Figura 31. Instalación de codo de 90° .....	49
Figura 32. Válvula y reducciones de 20” a 18” . ....	50
Figura 33. Movimiento del Accesorio de 7° .....	51
Figura 34. Codo de 90° .....	52
Figura 35. Instalación Unión dresser. ....	52
Figura 36. Instalación accesorio de 8° .....	53
Figura 37. Atraques para tubería de PVC 20” y accesorio de 11,25° .....	54
Figura 38. Atraque Yee de 20” a 16” .....	54
Figura 39 Proceso constructivo de la caja para válvula de 16” .....	56
Figura 40 .Medida de la separación del refuerzo longitudinal.....	57
Figura 41. Acero de refuerzo de la caja N° 2 .....	58
Figura 42. Entibado para estabilización de talud lateral .....	59
Figura 43. Limpieza, desoxidación, cubrimiento con anticorrosivo e hincado de Micro pilotes. 60	
Figura 44. Plano de cimentación inicial- Micro pilotes hincados.....	61
Figura 45. Pedraplén compacto.....	62

Figura 46. Ubicación de placas metálicas.....	63
Figura 47. Construcción de filtros .....	64
Figura 48. Cerramiento y protección para Material de préstamo .....	66
Figura 49. Revisión de la tubería de PVC 20”.....	67
Figura 50. Acopio del cemento.....	67
Figura 51. Acero de refuerzo .....	68
Figura 52. Visitas técnicas por parte del inspector Luis Yaruro de la Espo .....	69
Figura 53. Prueba de asentamiento del concreto .....	70
Figura 54. Elaboración de especímenes de concreto en obra .....	72
Figura 55. Perfil estratigráfico del tramo en estudio.....	85
Figura 56. Sección transversal del pavimento .....	89
Figura 57. Perfil estratigráfico del tramo en estudio.....	94
Figura 58. Diseño de pavimento rígido para la carrera 11B de la Urbanización Central .....	115
Figura 59. Diseño de pavimento rígido para la carrera 15 entre calles 6 y7, Calle Escobar .....	117
Figura 60. Detalle del bordillo de confinamiento .....	119
Figura 61. Tipo de riesgo de acuerdo a la actividad .....	124

## Índice de tablas

Tabla 1 Matriz DOFA-Dirección de Planeación, ESPO S.A. "ESP" .....	11
Tabla 2. Descripción de las actividades a desarrollar .....	15
Tabla 3. Actividades supervisadas .....	33
Tabla 4. Localización y replanteo .....	34
Tabla 5. Longitud de tramos localizados .....	35
Tabla 6. Corte de pavimento .....	36
Tabla 7. Demolición de pavimento rígido. ....	37
Tabla 8. Excavación en material común de 0 a 2 m .....	38
Tabla 9. Cama en recebo para apoyo de tubería .....	41
Tabla 10. Relleno compactado con material de préstamo .....	41
Tabla 11. Retiro y disposición de material sobrante y/o escombros.....	43
Tabla 12. Suministro e Instalación tubería de acueducto PVC presión 20” .....	44
Tabla 13 Instalación de válvulas.....	45
Tabla 14. Instalación de accesorios .....	46
Tabla 15. Atraques .....	53
Tabla 16. Cajas para válvulas .....	55
Tabla 17. Entibado .....	58
Tabla 18. Micro pilotes hincados.....	59
Tabla 19. Pedraplén .....	62
Tabla 20. Requisitos para varillas compactadoras .....	71
Tabla 21. Requisitos de tamaño, tipo y moldeo.....	71

Tabla 22. Fecha de elaboración y ruptura de los especímenes de concretos. ....	72
Tabla 23. Resultados de ensayos de resistencia a la compresión para cilindros de la caja N°1. ...	73
Tabla 24. Resultados de ensayos de resistencia a la compresión para cilindros de la caja N°2. ...	73
Tabla 25. Conteo de tráfico para la carrera 11B de la Urbanización central. ....	77
Tabla 26. Tasas de crecimiento anual del transito .....	79
Tabla 27. Porcentaje de vehículos pesados para el carril de diseño .....	80
Tabla 28. Conteo de tráfico para la calle Escobar .....	81
Tabla 29. Porcentaje de vehículos pesados para el carril de diseño .....	83
Tabla 30. Resultados de laboratorio.....	86
Tabla 31. Resultados de laboratorio.....	87
Tabla 32. Valores de CBR encontrados.....	87
Tabla 33. Modulo residente según CBR de diseño.....	88
Tabla 34. Resumen de cálculo del CBR mejorado por la metodología IVANOV .....	93
Tabla 35. Ensayos de Laboratorio .....	95
Tabla 36. Valores de CBR encontrados .....	96
Tabla 37. Módulo resiliente de la subrasante para el CBR de diseño.....	97
Tabla 38. Categoría del tránsito para selección de espesores. ....	98
Tabla 39. Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia .....	99
Tabla 40. Resistencia que debe alcanzar el concreto .....	101
Tabla 41. Valores de resistencias a la flexo tracción del concreto (Módulo de rotura).....	101
Tabla 42. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T1 como factor principal .....	101
Tabla 43. Recomendación para la selección de los pasadores de carga .....	103

Tabla 44. Categoría del tránsito para selección de espesores. ....	103
Tabla 45. Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia .....	104
Tabla 46. Resistencia que debe alcanzar el concreto .....	105
Tabla 47. Valores de resistencias a la flexo tracción del concreto (Módulo de rotura).....	106
Tabla 48. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T0 como factor principal .....	106
Tabla 49. Recomendación para la selección de los pasadores de carga .....	107
Tabla 50. Factores de diseño- método PCA 84.....	109
Tabla 51. Distribución de cargas para el eje sencillo por cada mil camiones para diferentes categorías de tránsito.....	110
Tabla 52. Distribución de cargas para el eje tandem por cada mil camiones para diferentes categorías de tránsito.....	111
Tabla 53. Cargas por eje para el diseño de pavimento de la carrera 11B de la Urbanización Central.....	112
Tabla 54. Cargas por eje y Numero de repeticiones esperadas para la calle Escobar .....	113
Tabla 55. Recomendación para las barras de anclaje .....	118
Tabla 56. Comparativo de métodos utilizados para diseño pavimento rígido – Calle Escobar..	120
Tabla 57 Comparativo de métodos utilizados para diseño de pavimento rígido- Calle Escobar	120
Tabla 58 Análisis de precios de mano de obra. ....	125

## Índice de apéndices

Apéndice A. Actas de vecindad .....	136
Apéndice B. Memorias de cantidades de obra para la obra asignada .....	141
Apéndice C. Registro fotográfico .....	142
Apéndice D. Plano de ubicación de accesorios y red de acueducto. ....	143
Apéndice E. Listas de chequeo para verificación cumplimiento de especificaciones técnicas. .	144
Apéndice F. Resultados de los ensayos de compresión del concreto .....	149
Apéndice G. Bitácora de Interventoría de obra. ....	150
Apéndice H. Informes mensuales de supervisión e interventoría de obra. ....	151
Apéndice I. Conteos vehiculares.....	152
Apéndice J. Estudios de suelos .....	153
Apéndice K. Planos de los diseños de pavimentos .....	154
Apéndice L. Estudio de mercado, APU y presupuesto para el diseño de pavimentos. ....	155
Apéndice M. Formato modelo para la presentación de informe mensual supervisión de Obra. .	156

## Resumen

El presente trabajo de Grado bajo la modalidad de pasantías estuvo orientado principalmente a la supervisión de obra, para la instalación de la Red matriz de acueducto en línea de 20" PVC entre el sector los Helechos – la Palmita, mediante el desarrollo de actividades como lo son: el seguimiento a los procesos constructivos, revisión de los controles realizados por la empresa, elaboración de listas de chequeo y del formato guía para la presentación de informes mensuales de supervisión de obra en el cual se tienen en cuenta aspectos técnicos, administrativos y ambientales. De igual forma como desarrollo de un objetivo investigativo, se realizó el diseño de la estructura de pavimento rígido para la Cra 11B de la urbanización central y un tramo de la calle Escobar, ambas vías urbanas del municipio de Ocaña, partiendo de los datos obtenidos del estudio de suelos y del análisis del tránsito, se realizaron los diseños por la metodología de la PCA 84 y el método INVIAS, complementando estos diseños con la presentación del presupuesto y los planos de dicha estructura, aportando de esta manera una propuesta para el mejoramiento de estas vías.

## Introducción

El presente informe describe las actividades desarrolladas durante las pasantías realizadas en la dirección de planeación de la Empresa de servicios públicos de Ocaña, ESPO S.A. “E.S.P”. Este trabajo Tuvo como propósito fundamental brindar un apoyo técnico en la supervisión del proyecto denominado “Instalación Red matriz de acueducto en línea de 20” PVC zona 5 central los Helechos – Palmita (carrera 10C con calle 16) Ocaña Norte de Santander”, el cual continua con un proceso que inició en el año 2016 y contempla el cambio de ruta de la red existente de 18” A.C., la cual conduce el agua potable desde el tanque Buena vista hacia los tanques de Almacenamiento de Cristo Rey y el Llanito, ya que debido al crecimiento poblacional y por ende a la construcción de nuevas edificaciones, ésta se encuentra pasando por servidumbres, lo que representa un riesgo y dificulta la realización de actividades al momento de hacer reparaciones.

Por otra parte, también es importante mencionar que aunque la empresa de servicios públicos de Ocaña está enfocada básicamente a lo que concierne a las operaciones de construcción y mantenimiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado , y que por lo general las reposiciones de pavimentos se limitan a las áreas intervenidas, dependiendo de la afectación causada a la vía, la empresa la cual tiene como compromiso social prestar un servicio que satisfaga las necesidades de la comunidad, así como también, realizar las obras con la calidad que exige la normatividad colombiana, dada la afectación causada al pavimento en dos vías urbanas del municipio, las cuales corresponden a la Cra 11B de Urbanización central y la calle Escobar, luego de realizar la reposición de las redes de acueducto y alcantarillado para las mismas, siendo esta la razón por la cual se presentó como objetivo investigativo o de aporte a la

empresa, una propuesta técnica de diseño de la estructura de pavimento tipo rígido para ambas vías, cuyo procedimiento de diseño se describe en la presentación de resultados del presente trabajo de grado.

## **Capítulo 1. Apoyo técnico en la supervisión de obra a cargo de la Dirección de planeación de la empresa de servicios públicos de Ocaña, Norte de Santander, ESPO S.A. “E.S.P”**

### **1.1 Descripción breve de la empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S. A.**

ESPO S.A. “E.S.P” es una Empresa Ocañera que presta los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en la ciudad de Ocaña, suministrando de una manera oportuna y garantizando la continuidad y calidad de nuestros productos y servicios a nuestros Usuarios; clasificados de la siguiente manera y según dato tomado en el año 2015:

- Acueducto: 27.374
- Alcantarillado: 26.335
- Aseo: 27.120

ESPO S.A “E.S.P”. es una Empresa de carácter privado, en la cual el Municipio de Ocaña es accionista con una participación accionaria del 34.19% y el resto 65.81% perteneciente a accionistas particulares, desde su creación nuestra Empresa se ha comprometido por el mejoramiento, desarrollo de la calidad de vida de nuestros clientes y la ciudad, constituyéndose en una organización bien estructurada, teniendo en cuenta nuestros principios y valores, añadiéndoles la relación que podamos encontrar entre autoridad-responsabilidad, con el fin poder adaptarnos al cambio organizacional- empresarial que la sociedad y las políticas de gobierno nos imponga. (Reyes, 2015)

La Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, ESPO S.A. “E.S.P.”, nace del proceso de ajuste institucional llevado a cabo en la Empresa Municipal de Servicios Públicos, entidad

descentralizada del orden municipal, que concluyó que lo más aconsejable para la viabilidad de la prestación de los servicios públicos, que venían realizando el Municipio de Ocaña a través de este ente público consistía en la creación de una nueva Empresa, esta vez de carácter privado; es así como el Honorable Concejo Municipal de Ocaña, mediante el Acuerdo Municipal No 29 de 1994, facultó al Alcalde Municipal de Ocaña, para que como representante legal participara en la creación de la susodicha Empresa; es de destacar que paralelo al proceso de ajuste institucional, se trabajó al tenor y en concordancia con lo reglado con la nueva ley de servicios públicos domiciliarios, que acababa de ser expedida por el Congreso Nacional y que se conoce como la Ley 142 de 1994. (Reyes, 2015)

De esta manera y con la participación de muchas personas naturales y jurídicas, que creyeron en el proyecto y con la anuencia del Municipio de Ocaña, como arrendador de los bienes afectados a la prestación de los servicios públicos y así mismo, como accionista de la nueva Empresa, nace ESPO S.A. "E.S.P" como Sociedad Anónima, constituida mediante Escritura Publica No 246 del 13 de Octubre de 1994, otorgada en la Notaria Segunda de Ocaña debidamente inscrita en el Registro Mercantil de la Cámara de Comercio de Ocaña, bajo el No 613 del libro IX en la página No 40, con Matricula Mercantil No 49-004652-4 y NIT 800245344-2. (Reyes, 2015)

La Empresa ha logrado posesionarse como una de las más sobresalientes del sector; contando con un grupo de talento humano calificado, con sentido de pertenencia, de fácil adaptación al cambio y con un enorme enfoque al trabajo en equipo. ESPO S.A. genera 17 empleos directos, que conforman el organigrama de la empresa, y se representan en el personal

de nómina vinculado a través de contratos laborales, igualmente se brinda apoyo al empresario Ocañero con la contratación de 16 empresas con las que se contrata actividades como recolección y transporte de residuos sólidos, y barrido de calles MANSEUR S.A .S. y SERVICIOS RECOMBADS.A .S., para el barrido, mantenimiento, ornato de los parques y zonas verdes de la ciudad REBASA S.A .S, para el manejo de operación de las plantas de tratamiento el algodonal y llanito PURIFICAR OCAÑA S.A .S, para el mantenimiento, adecuación y vigilancia del relleno sanitario MANRESA S.A .S., para el análisis fisicoquímicos y bacteriológicos para el control de la calidad de agua SERVIANALITICA PROFESIONALES S.A .S, para la toma de lectura, distribución de recibos y actividades conexas TECFON S.A .S y EZUS S.A .S, para la ejecución de actividades de seguimiento a los usuarios de servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo EDSAU S.A .S., para el mantenimiento y operación de tanque y sistema de bombeo de Buenavista y Cristo Rey y bocatoma tupia, pertenecientes a la red acueducto Municipio de Ocaña y servicios generales sede administrativa ESPO S.A . E.S.P. SERVIMOS SAMARA S.A .S y para el mantenimiento de redes Acueducto y Alcantarillado del Municipio de Ocaña están: MULTISERVICIOS Y & P S.A .S., SERVITAGUA S.A .S, SERVICIOS RRAA S.A .S., LOS FONTANEROS S.A .S., SERVIREDES OCAÑA S.A .S, Y AGUA RED OCANA S.A .S (Reyes, 2015)

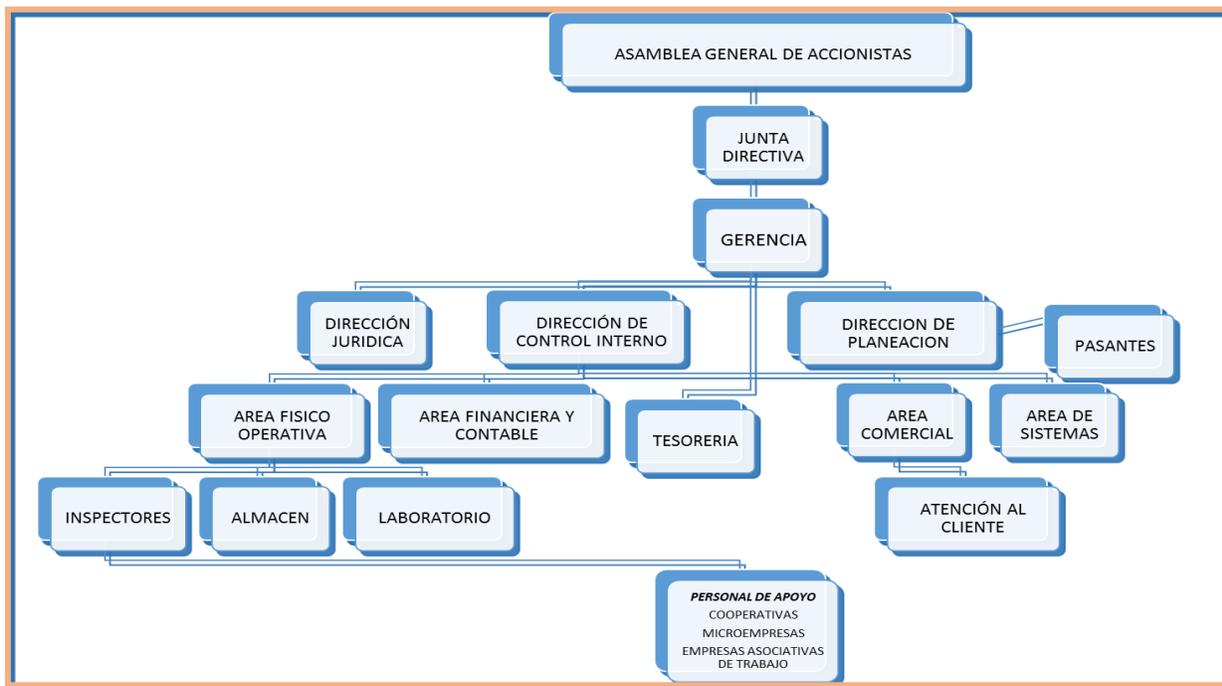
1.1.1 **Misión.** En ESPO S.A. trabajamos con un alto sentido de responsabilidad social, eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, buscando satisfacer las necesidades de agua potable y saneamiento básico con calidad y continuidad; contribuyendo a mejorar el nivel de vida de la comunidad. (Reyes, 2015)

**1.1.2 Visión.** En el año 2030, la ESPO S.A.” E.S.P” Sera una empresa líder en Ocaña y en la provincia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable, saneamiento básico y complementarios, operando bajos criterios de Sostenibilidad, Competitividad y respeto por el Medio Ambiente (Reyes, 2015)

### **1.1.3. Objetivos de la empresa**

- Brindar un manejo adecuado y oportuno de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo a todos sus usuarios.
- Garantizar la continuidad y calidad de los servicios.
- Dar un manejo responsable a la potabilización del agua, suministrando un producto de excelente calidad.
- Realizar el mantenimiento y reposición de las redes de acueducto y alcantarillado existentes.
- Cumplir con las normas de calidad del agua establecidas en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de junio de 2007 (Ministerio de Protección Social).
- Brindar un manejo adecuado y oportuno al sistema de recolección y transporte de las aguas residuales producidas por la comunidad.
- Reducir el impacto ambiental negativo de basuras, mediante la prestación del servicio de aseo, recolectando los residuos sólidos en los horarios establecidos para diferentes sectores de Ocaña y disponiéndolos adecuadamente en relleno sanitario regional La Madera. (Reyes, 2015)

**1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.** La estructura organizacional de la Empresa ESPO S.A. Está conformada por 17 empleos directos, que conforman el organigrama de la empresa.



**Figura 1.** Estructura organizacional de la ESPO S.A. "ESP".  
Fuente: ESPO S.A

A continuación se describe brevemente las funciones de cada una de las dependencias, que conforman la estructura organizacional de la ESPO S.A. de acuerdo a lo contenido en el manual de inducción y consulta de la Empresa.

**Asamblea general de accionistas.** La constituyen un número plural de accionistas inscritos en el libro de “registro de accionistas” o de sus representantes o mandatarios. Convocados y reunidos en las condiciones que señalan los estatutos.

**Junta directiva.** La junta directiva está formada por cinco (5) miembros principales quienes tienen cada uno un suplente personal. La representación de las acciones de propiedad del

municipio de Ocaña la ejerce el Alcalde Municipal o su delegado, quien además es el presidente de la junta directiva.

**Gerencia.** Es el representante legal y como tal se encarga de materializar las acciones necesarias para el cumplimiento del objeto social de la Empresa. De igual forma ejecuta las directrices que la Junta Directiva trace en relación con las políticas y metas empresariales, lo mismo que dirigir, coordinar, vigilar y controlar al personal de la empresa y la ejecución de las funciones o programas de esta.

**Revisor fiscal.** Su función principal es la de cerciorarse de las operaciones que se celebren o cumplan por cuenta de la Empresa se ajusten a las prescripciones de los estatutos a las decisiones de la Asamblea General y de la Junta Directiva.

**Dirección jurídica.** Presta la asesoría legal y jurídica que la empresa y sus empleados requieran previo poder otorgado por la gerencia, además se encarga de la gestión de recurso humano de la Empresa.

**Dirección de control interno.** Implementa y evalúa el sistema de control interno de la empresa como parte integral para el cumplimiento de los fines sociales creando los instrumentos precisos para medir la efectividad de la Empresa y de sus funcionarios.

**Dirección de planeación.** Es la dependencia encargada de Recolectar y preparar toda la información necesaria para la elaboración y puesta en funcionamiento de los planes y políticas gerenciales y empresariales que sirvan de sustento al cumplimiento del objeto social.

**Área físico-operativa.** Planea, organiza, coordina y controla las labores de mantenimiento de la infraestructura física de Acueducto, Alcantarillado y Aseo y las tareas realizadas por los encargados contratados para tal fin.

**Inspectores.** Revisan, inspeccionan, evalúan y entregan informes de todos los trabajos hechos por los contratistas de la parte operativa, en los sistemas de acueducto y alcantarillado, plantas de tratamiento y el sistema de Aseo, al área Físico-Operativa.

**Almacén.** Su responsabilidad es establecer un sistema ordenado y seguro de almacenamiento y entrega de todos los elementos y materiales que pertenezcan a la empresa o se vayan adquirir.

**Laboratorio.** Se encarga de efectuar el análisis físico-químicos y bacteriológicos para el correcto control de calidad del agua suministrada por la Empresa.

**Área financiera y contable.** Se encarga de manejar el sistema financiero de la empresa y realiza las proyecciones económicas y financieras que ella requiera.

**Área comercial.** Establece las políticas y las actividades comerciales indispensables para brindar un servicio oportuno, confiable y eficiente a los usuarios del servicio, de manera que le asegure a la empresa la recuperación de ingresos necesarios para su expansión y crecimiento.

**Atención al cliente.** Se encarga de la atención al público en general lo mismo que la recepción y tramite de las quejas, reclamos y peticiones que los usuarios presenten.

**Área de sistemas.** Es el responsable de la operación, mantenimiento y actualización de todo lo atinente a los sistemas de computación de la empresa, así como de prestar la asesoría técnica que se requiera.

**Tesorería.** Ejecuta las acciones tendientes a materializar la seguridad de los recaudos de dinero y de la protección de los títulos valores, así como realizar los pagos que se requieran.

**Recepcionista** Recibe, revisa, radica, clasifica, distribuye y controla documentos, como también hace labores de recepción y atención al público y de llamadas telefónicas.

**Conductor, mensajero.** Conduce los vehículos de propiedad de la empresa, transporta a los funcionarios de la empresa cuando lo requieran, transporta los materiales adquiridos y entrega la correspondencia. Fuente: (Manual de inducción y de consulta de ESPO S.A.)

**1.1.5 Descripción de la Dirección de Planeación.** La Dirección de Planeación es la dependencia encargada de la planificación, control y ejecución de obras y proyectos, que sean aprobados por la Gerencia para el cumplimiento de los fines de la empresa y del desarrollo de la misma.

Las funciones de esta dependencia son:

- Planificar junto con las demás dependencias de la empresa, el presupuesto anual para invertir en los proyectos de mejoramiento de la empresa ESPO S.A

- Realizar los diseños y presupuestos de obras de infraestructura para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad del servicio recibido por la empresa.
- Elaborar las especificaciones técnicas sobre el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los servicios de agua potable y saneamiento básico.
- Verificar el cumplimiento en el control de calidad de las actividades ejecutadas en las diferentes obras que están bajo la responsabilidad de la empresa ESPO S.A mediante el seguimiento y control por parte de personal de apoyo a la dependencia.
- Administrar y controlar la adquisición y el correcto almacenamiento de materiales, equipos y bienes necesarios para el funcionamiento de la Empresa.
- Colaborar con la elaboración del reglamento interno de trabajo, manual de funciones, planes de emergencia y contingencia y demás procesos de apoyo a la administración de recursos humanos.
- Realizar la interventoría a obras y proyectos de infraestructura para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, que adelanta la empresa para el cumplimiento de su objeto social, así como también los ejecutados por las empresas subcontratadas para el mantenimiento de las redes de Acueducto y Alcantarillado del Municipio de Ocaña.
- Realizar estudios de pre factibilidad y costos de operación, además de los pliegos de condiciones para la adquisición de bienes y servicios requeridos.
- Planear las auditorías internas de calidad con el propósito de verificar el cumplimiento de las normas.

## **1.2 Diagnóstico inicial de la Dirección de Planeación de la ESPO S.A “ESP”.**

La dirección de planeación de la ESPO S.A. está a cargo del profesional en ingeniería civil Orlando Camargo Quintero, quien estudia y supervisa los diferentes proyectos a cargo de esta dependencia. Actualmente la Dirección de planeación tiene a su cargo, supervisar la ejecución del contrato de obra No. 012 de 2017 cuyo objeto es la “Instalación de la red matriz de acueducto en línea de 20" PVC zona 5 central los helechos-la Palmita (carrera 10c con calle 16) Ocaña N. de S.”, el cual continua con un proceso que inicio en el año 2016. Es importante mencionar que este contrato hasta el momento presenta una suspensión debido a trámites que se encuentran en proceso; sin embargo, ya se han realizado unos estudios previos que justifican la necesidad de llevar a cabo este proyecto. En cuanto a la supervisión de obras, pudo evidenciarse una carencia en el personal de apoyo a la dependencia, por medio del cual se lleven los controles técnicos que requieren ser realizados en obra,

Por otra parte, teniendo en cuenta uno de los objetivos propuestos, relacionado con el diseño del pavimento en concreto hidráulico para la Urbanización central y la Calle Escobar, debe mencionarse que la ESPO S.A. realizó una optimización de las redes de acueducto y alcantarillado para las calles mencionadas y al verse considerablemente afectadas las losas del pavimento, estas calles no están siendo transitadas en su normalidad, siendo ahora de su interés realizar la rehabilitación del pavimento.

Mediante la Matriz DOFA se representan las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas con las que cuenta la dirección de planeación de la ESPO S.A.

Tabla 1  
Matriz DOFA-Dirección de Planeación, ESPO S.A. "ESP"

<b>Ambiente Interno</b>	
<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La empresa esta posesionada como una de las más sobresalientes del sector.</li> <li>2. La ESPO S.A genera empleos directos y contrata con otras empresas del municipio.</li> <li>3. La Dirección de planeación está a cargo de un profesional idóneo, con amplios conocimientos y experiencia dentro de la organización.</li> <li>4. Disposición de la gerencia en vincular estudiantes que deseen realizar sus pasantías en la empresa.</li> <li>5. Compromiso por parte de la gerencia en brindar Capacitación al personal de la empresa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Insuficiente personal de apoyo en el seguimiento y control de Obras.</li> <li>2. Pocos recursos asignados para vincular personal auxiliar en el seguimiento y control de todas sus obras, motivo por el que se delega estas labores a inspectores de redes.</li> <li>3. No se tiene una programación de todas las obras.</li> </ol>
<b>Ambiente externo</b>	
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es la Empresa con mayor cobertura en la prestación de servicios de agua potable y saneamiento básico en el municipio de Ocaña.</li> <li>2. Interés por parte de los estudiantes en realizar las pasantías y prácticas profesionales en la empresa.</li> <li>3. Buenos rendimientos en obra que permitan alcanzar las metas propuestas en el tiempo establecido y obtener mayores utilidades.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bajos rendimientos en la obra por lluvias e imprevistos, que pueden causar afectaciones económicas a la empresa y al contratista.</li> <li>2. Carencia de tuberías y accesorios de gran diámetro a nivel local.</li> <li>3. Demoras en el suministro de insumos por parte de los proveedores.</li> </ol>
<b>Estrategias</b>	
<b>Estrategias FO</b>	<b>Estrategias DO</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aprovechar al máximo el aporte por parte de los estudiantes para mejorar y actualizar el banco de información de la empresa.</li> <li>2. Gracias a la demanda que atrae, el ser una empresa con una amplia cobertura, puede gestionarse la vinculación de recursos humanos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestionar recursos para Invertir en mano de obra calificada que supervise las diferentes obras a cargo de la dirección de planeación.</li> <li>2. Permitir a estudiantes realizar las actividades de seguimiento y control de obras, pudiéndose tener un mayor control en todas las obras a un costo favorable, además de brindar la oportunidad al estudiante de adquirir una experiencia laboral.</li> </ol>
<b>Estrategias FA</b>	<b>Estrategias DA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizar los recursos técnicos y la calidad del talento humano como herramienta para desarrollar planes que permitan mejorar la calidad de los servicios prestados por la empresa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ejecutar actividades en horas extraordinarias para recuperar tiempos perdidos por lluvias.</li> <li>2. Realizar actividades que no dependan de otras, y organizar cuadrillas de trabajo.</li> </ol>

Fuente: Pasante del proyecto

**1.2.1 Planteamiento del problema.** La ESPO S.A es una empresa que presta sus servicios a la comunidad Ocañera en la construcción o reposición de redes de acueducto y alcantarillado, así como también realiza la recolección y correcta disposición de residuos sólidos provenientes del municipio. Las dependencias a cargo de la obtención de nuevas infraestructuras o de su mejoramiento son la dirección de planeación y el área físico-operativa las cuales trabajan en conjunto por el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Estas dos dependencias difieren de algunas funciones ya que el área físico-operativa se encarga de verificar y controlar las labores de mantenimiento de la infraestructura física tales como detección de fugas, producción de agua potable y control de pérdidas en el servicio, así como también las actividades realizadas por los inspectores, jefe de almacén y persona encargada del laboratorio. Mientras la oficina de planeación está encargada de labores como la formulación y evaluación de proyectos para la empresa, control y seguimiento de las obras a cargo para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y de calidad de las obras, supervisión de recursos humanos, financieros y suministros, entre otros, con el fin de optimizarlos.

Mediante el diagnóstico realizado a la dirección de planeación, se pudo evidenciar que esta presenta una carencia de personal de apoyo en el seguimiento y control de obras a su cargo, ya que debido a las diversas funciones que le son asignadas al director de planeación y a la interventoría contratada por la ESPO S.A., quien debe realizar la supervisión y control a cada uno de los proyectos que se estén ejecutando, haciéndose complejo para ellos realizar una supervisión técnica continua, que permita llevar un control en el cumplimiento de las especificaciones establecidas en los contrato de obra, por tal motivo, es necesario que esta

dependencia cuenta con profesionales auxiliares en las labores mencionadas, ya que al no contar con el personal suficiente la dependencia delega estas labores a los inspectores de la empresa, quienes en ocasiones no cuentan con la disponibilidad de tiempo requerida en obra, no pudiéndose realizar controles en el momento preciso, dando como resultados obras poco duraderas o poco funcionales.

Se encontró una limitante y es que no se cuenta con un formato para la presentación de informes mensuales de seguimiento e interventoría de obras, que presente el contenido relevante del seguimiento realizado y pueda ser utilizado por cualquier profesional que se vincule a la empresa en la supervisión de obras.

Por otra parte es necesario mencionar que la empresa de servicios públicos de Ocaña, realizó la reposición de las redes de acueducto y alcantarillado para dos vías urbanas ubicadas en el centro del municipio, las cuales son la Calle Escobar y la Cra 11B de la urbanización central, ambas vías reciben un flujo vehicular proveniente del mercado público por lo que puede decirse que aunque no son vías principales funcionan como vías alternas, que pueden atraer cierto porcentaje de vehículos en casos en los que se presente congestión vehicular y al no estar en las condiciones ideales pueden percibirse como un riesgo para la transitabilidad tanto de los vehículos como de los peatones. Para el caso de la Cra 11B de la urbanización central, la cual se encontraba cerrada esto hace que los vehículos que descienden del mercado transiten por la vía principal del cementerio central, aumentando el volumen vehicular en esta vía que es bastante transitada y evidenciándose movimientos restringidos realizados por algunos conductores. Argumentos por los cuales la empresa decide pedir al pasante que realice el diseño del

pavimento en concreto rígido para ambas vías, teniendo de esta manera el soporte de un diseño basado en las cargas reales del tránsito y de la capacidad de soporte del suelo.

### **1.3 Objetivos de la pasantía**

**1.3.1 Objetivo General.** Apoyar técnicamente en la supervisión de obra a cargo de la Dirección de planeación de la empresa de servicios públicos de Ocaña, Norte de Santander, ESPO S.A. “E.S.P

**1.3.2 Objetivos Específicos.** Realizar seguimiento y control al proyecto denominado Instalación Red matriz de acueducto en línea de 20” PVC zona 5 central los Helechos – Palmita (carrera 10C con calle 16) Ocaña- Norte de Santander, que se encuentran a cargo de la Dirección de Planeación de la ESPO S.A.

Proponer el diseño de pavimento rígido para la Calle Urbanización Central y un tramo de la Calle Escobar, a las cuales se les realizó la reposición de las redes de acueducto y alcantarillado por parte de la empresa ESPO S.A.

Elaborar el presupuesto para la construcción del pavimento en concreto hidráulico con base en los diseños propuestos, a fin de aportar una alternativa favorable en cuanto a aspectos técnicos y económicos.

Elaborar un formato para la presentación de informe mensual de supervisión de obras, con la finalidad de estandarizar el contenido y presentación de la información de las actividades de supervisión de obras.

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

Con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos de la pasantía realizada en la empresa de Servicios Públicos de Ocaña, ESPO S.A. se plantearon una serie de actividades las cuales fueron desarrolladas durante el periodo de la pasantía dichas actividades se muestran de manera organizada en la tabla 2.

Tabla 2.  
*Descripción de las actividades a desarrollar.*

Objetivo General	Objetivos específicos	Actividades por desarrollar en la empresa
<p>Apoyar técnicamente en la supervisión de obra a cargo de la Dirección de planeación de la empresa de servicios públicos de Ocaña, Norte de Santander, ESPO S.A. "E.S.P"</p>	<p>Realizar seguimiento y control al proyecto denominado Instalación Red matriz de acueducto en línea de 20" PVC zona 5 central los Helechos – la Palmita (carrera 10C con calle 16) Ocaña Norte de Santander, que se encuentran a cargo de la Dirección de Planeación de la ESPO S.A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia técnica a la obra en ejecución asignada.</li> <li>• Supervisar los procesos constructivos en la obra. Y Proponer mejoras a los procedimientos realizados si es necesario.</li> <li>• Supervisar el cumplimiento de las especificaciones técnicas en la ejecución del proyecto.</li> <li>• Identificar y llevar un registro de los diferentes controles que realiza la empresa en la obra de acueducto asignada.</li> <li>• Mantener informado al supervisor o jefe directo en la empresa de los avances de obra.</li> <li>• Presentar el informe técnico del seguimiento realizado.</li>   <li>• Definir la metodología a emplear en el diseño de pavimento.</li> <li>• Establecer y analizar los parámetros y criterios técnicos a implementar en el diseño de pavimentos rígidos.</li> </ul>

---

Proponer el diseño de pavimento Rígido para la calle Urbanización central y un tramo de la calle Escobar, a las cuales se les realizo la reposición de las redes de acueducto y alcantarillado por parte de la empresa ESPO S.A.

- Hacer conteos vehiculares en la calle escobar y la Cr11 b de Urbanización central para estimar el TPDs.
- Analizar los resultados del estudio de suelo que aportará la empresa de servicios públicos de Ocaña ESPO S.A.
- Realizar el diseño de la estructura de pavimento mediante la metodología definida.
- Elaborar los Planos del perfil, sección típica, distribución de losas y refuerzos de la estructura de Pavimento.

Elaborar el presupuesto para la construcción del pavimento en concreto hidráulico con base en los diseños propuestos a fin de aportar una alternativa favorable en cuanto a aspectos técnicos y económicos.

- Elaborar las memorias de cálculo de cantidades de acuerdo con el diseño planteado y la geometría de la vía existente.
- Realizar los análisis de precios unitarios de cada actividad.
- Desarrollar el presupuesto de obra.

Elaborar un formato modelo para la presentación del informe mensual de supervisión de obra, que permita estandarizar el contenido y presentación de la información.

- Revisar los parámetros de comunicación escrita contemplados en el manual de inducción y consulta de la ESPO S.A para tener en cuenta en la elaboración del formato de informe de supervisión.
- Definir junto con la dirección de planeación el contenido relevante del informe mensual de supervisión de obra.
- Elaborar el formato guía para la presentación de informes mensuales de seguimiento a las obras.

## Capítulo 2. Enfoque referencial.

### 2.1 Enfoque conceptual

**2.1.1 Supervisión técnica.** Se entiende por supervisión técnica a la verificación de la sujeción de la construcción de la estructura de la edificación a los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural. Así mismo que los elementos no estructurales se construyan siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador de los elementos no estructurales, de acuerdo con el grado de desempeño sísmico requerido. La supervisión técnica puede ser realizada por el interventor, cuando a voluntad del propietario se contrate una interventoría de la construcción. (Título A del RAS, 2000)

**2.1.2 Interventor.** Profesional, ingeniero civil, que representa al propietario durante la construcción de la obra, bajo cuya responsabilidad se verifica que ésta se adelante de acuerdo con todas las reglamentaciones correspondientes, siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores. (Título A del RAS, 2000)

**2.1.3 Bitácora.** La Bitácora es un libro o cuaderno foliado donde se consigna por parte de la interventoría, el contratista y el contratante los diferentes aspectos que ocurren durante la obra y está a disposición de las personas que quieran conocer el proceso que se desarrolla en la obra. (Rojas, 2014)

**2.1.4 Red matriz.** Parte de la red de distribución que conforma la malla principal de Servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de compensación a las redes secundarias. La red matriz llamada también primaria, mantiene las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema, y generalmente no reparte agua en ruta. (Título A del RAS, 2000)

**2.1.5 Excavación.** Retiro permanente o temporal de una masa de material térreo con el objeto de instalar un ducto, construir una obra, modificar la topografía del terreno, explotar materiales, etc. (Título A del RAS, 2000)

**2.1.6 Tubería.** Ducto de sección circular para el transporte de agua. (Título A del RAS, 2000)

**2.1.7 Accesorios.** Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees etc. (Título A del RAS, 2000)

**2.1.8 Agua potable.** Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475 de 1998, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud. (Título A del RAS, 2000)

**2.1.9 Concreto reforzado.** Material constituido por un concreto que tiene un refuerzo consistente en barras de acero corrugado, estribos transversales o mallas electro soldadas,

colocadas principalmente en zonas de tracción, y en cuantías superiores a las mínimas especificadas. (Título A del RAS 2000, 2000)

**2.1.10 Micro pilotes.** Un micro pilote se puede definir como una perforación cilíndrica de pequeño diámetro (< 300 mm) que se refuerza mediante la introducción de una armadura metálica formada por barras de acero corrugado o tuberías cilíndricas, quedando dicho conjunto solidario al terreno mediante una inyección a presión de una lechada de cemento o mortero. (Cimentatec, 2012)

**2.1.11 Pavimento.** Estructura constituida por una serie de capas (Subbase, Base y Capa de Rodadura) dispuesta sobre la subrasante, que tiene como propósito mejorar las condiciones naturales del terreno y brindar al usuario las condiciones de comodidad y seguridad necesarias para el tránsito vehicular. (Nieto & Velásquez, 2013)

**2.1.12 Subrasante.** Suelo natural o antrópico que soporta las cargas transmitidas a través de las capas superiores de la estructura de pavimento. (Nieto & Velásquez, 2013)

**2.1.13 Pavimento Rígido.** Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido (Ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I).

**2.1.14 Transito promedio diario TPD.** El Tpd se hace contando, durante un lapso establecido, todos los vehículos que pasan por una sección de la vía (todos los carriles y ambas direcciones), luego se saca un promedio diario que se conoce con el nombre de Tpd.

La información del Tpd se refina estableciendo el porcentaje de vehículos clase A, B ó C.

Los conteos pueden ser semanales, mensuales e inclusive anuales, en ese caso a la sigla Tpd se le incluye el subíndice “s”, “m”, o, “a” según sea el caso. El más usual es el Tpd<sub>s</sub> en cuyo caso se refiere a que el conteo se hizo durante una semana. (Manual de diseño de Pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de transito- INVIAS).

**2.1.15 Volumen de tránsito.** Es el número de vehículos que circulan en ambas direcciones por una sección de vía durante un periodo específico de tiempo. Este puede ser horario, diario, semanal etc. (Ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I).

**2.1.16 Transito existente.** Es aquel que presenta la vía antes de ser pavimentada. (Ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I).

**2.1.17 Transito atraído.** Es el volumen de tránsito que, sin cambiar ni su origen ni su destino, puede ocupar la futura vía pavimentada como ruta alterna, afluyendo a ella a través de otras vías ya existentes. (Ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I).

**2.1.18 Transito generado.** Es el volumen de transito que resulta como consecuencia del desarrollo económico y social de la nueva zona de influencia. (Ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I).

**2.1.19 Vehículos comerciales.** Son aquellos de más de 5 toneladas de capacidad tales como camiones, buses, remolques, etc. (Ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I).

**2.1.20 Ensayo CBR.** Ensayo que permite la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado Relación de Soporte de California, conocido por su origen CBR (Californian Bearing Ratio).

**2.1.21 Juntas.** Son parte importante de los pavimentos rígidos y se realizan con el fin de controlar los esfuerzos que se presentan en el Concreto como consecuencia de los movimientos de contracción y de dilatación de material y a los cambios de temperatura y humedad, a cara superficial y la de soporte de las losas de concreto. (Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías).

## **2.2 Enfoque legal**

**2.2.1 Resolución No. 1096 del 17 de noviembre de 2000, por la cual se adopta el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.** Esta resolución fue derogada por la resolución 330 del 2017 del ministerio de ambiente, la cual reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción,

puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.

Para dar cumplimiento al tercer objetivo, el cual consistió en verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas en los procesos constructivos de la obra se utilizó lo contenido en el título G del RAS 2000, correspondiente a los aspectos de construcción.

**2.2.2 Ley 400 del 19 de agosto de 1997.** En esta ley se adoptan las normas sobre construcciones sismo resistentes contempladas en el reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 y se establecen los criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos. (Régimen legal de Bogotá D.C.)

Para el presente trabajo se consultó lo contenido en el título I del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, ya que en este se hace referencia a la supervisión técnica y los procedimientos de control que deben llevarse a cabo en el ejercicio de esta actividad, teniendo en cuenta que el objetivo general de esta pasantía va encaminado a la supervisión de obra. De igual manera a fin de identificar los controles realizados por parte de la

empresa ESPO S.A en la obra asignada de acuerdo con lo contenido en el numeral I43 referente a los procedimientos de control.

**2.2.3 Ley 715 de 2001.** En su Artículo 76 establece que corresponde a los Municipios, directa o indirectamente, con recursos propios, del Sistema General de Participaciones u otros recursos, promover, financiar o cofinanciar proyectos de interés municipal y en especial ejercer las siguientes competencias:

**Servicios Públicos.** Realizar directamente o a través de terceros en materia de servicios públicos además de las competencias establecidas en otras normas vigentes la construcción, ampliación, rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura de servicios públicos.

**En materia de transporte.** Construir y conservar la infraestructura municipal de transporte, las vías urbanas, suburbanas, veredales y aquellas que sean propiedad del municipio, las instalaciones portuarias, fluviales y marítimas, los aeropuertos y los terminales de transporte terrestre, en la medida que sean de su propiedad o cuando éstos le sean transferidos directa o indirectamente.

Las vías urbanas que forman parte de las carreteras nacionales seguirán a cargo de la Nación.

Esta ley argumenta el mejoramiento de la infraestructura de servicios públicos con la instalación de la red matriz de acueducto en línea en PVC 20” en el sector los Helechos - La palmita por parte de la ESPO. S.A. entidad prestadora de los servicios públicos de aseo,

acueducto y alcantarillado para el municipio de Ocaña. Así como también la conservación de las vías a las cuales se les realice una intervención en el mejoramiento de las redes de acueducto y alcantarillado. (Congreso de Colombia, 2001)

#### **2.2.4 Ley 105 de 1993.**

**En su artículo 17.** Establece que Hace parte de la infraestructura Distrital Municipal de transporte, las vías urbanas, suburbanas y aquellas que sean propiedad del Municipio, las instalaciones portuarias fluviales y marítimas, los aeropuertos y los terminales de transporte terrestre, de acuerdo con la participación que tengan los municipios en las sociedades portuarias y aeroportuarias, en la medida que sean de su propiedad o cuando estos le sean transferidos.

**En su artículo 20.** Menciona que Corresponde al Ministerio de Transporte, a las entidades del Orden Nacional con responsabilidad en la infraestructura de transporte y a las Entidades Territoriales, la planeación de su respectiva infraestructura de transporte, determinando las prioridades para su conservación y construcción. (Consejosuperiordeltransporte, 2015)

### **Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo**

#### **3.1 Realizar seguimiento y control al proyecto denominado Instalación Red matriz de acueducto en línea de 20” PVC zona 5 central los Helechos – la Palmita (carrera 10C con calle 16) Ocaña Norte de Santander, que se encuentran a cargo de la Dirección de Planeación de la ESPO S.A.**

En el año 2016 la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A “ESP” Inicio un proceso en el que se contempla el cambio de ruta de la red existente de 18” A.C. La cual conduce el agua potable desde el tanque Buena vista hacia los tanques de Almacenamiento de Cristo Rey y el Llanito, ya que debido al crecimiento poblacional y por ende la construcción de nuevas edificaciones esta se encuentra pasando por servidumbres, lo que representa un riesgo para estas construcciones y complica la realización de actividades al momento de hacer reparaciones.

Por tal motivo la **EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS ESPO S.A**, que inicialmente había realizado el cambio de 347 ml de la tubería existente de 18” A.C. a tubería de 20” RDE 21 200 psi hasta el sector Los Helechos, decide continuar en este proceso con la instalación de 264 metros lineales de tubería de 20” PVC desde el sector Los Helechos hasta el barrio la Palmita mediante el contrato N° 012 del 2017.



Figura 2. Localización del proyecto  
Fuente: Google Earth

El día 28 de Julio, se aprobó el inicio del contrato de obra No. 012 de 2017, según acta firmada entre la Ingeniera **GLADYS PATRICIA BACCA PICÓN**, por parte de **LA INTERVENTORÍA** y el Ingeniero **JULIÁN CLARO BAYONA** contratista de obra. Cabe mencionar que este contrato tuvo una suspensión el día 31 de junio de 2017 y se firmó acta de reinicio el 22 de agosto de 2017, sin embargo el avance físico de la obra inicio desde el día 4 de septiembre de 2017.

Antes de iniciar con la ejecución de los trabajos, se realizaron las actas de vecindad para verificar el estado inicial de las viviendas y establecimientos comerciales, que podrían verse afectados por la futura construcción, dichas actas se realizaron utilizando el formato utilizado por la ESPO. SA. Esta labor estuvo a cargo del ingeniero residente Sergio Paredes y de la pasante.  
(Ver apéndice A)

**3.1.1 Asistencia técnica a la obra en ejecución asignada.** Mediante la asistencia a la obra asignada se pretende realizar un acompañamiento técnico, constituyéndose esta actividad en la base del informe, debido a que gracias a la aplicación de esta se pudo dar cumplimiento a gran mayoría de los objetivos para el trabajo de grado bajo la modalidad pasantías, además de prestar a la entidad una asistencia técnica como apoyo por parte del pasante con el fin de mantener informada dicha empresa del avance de la obra o cualquier eventualidad presentada.

El acompañamiento técnico realizado está enfocado a la toma de medidas, cálculo de cantidades ejecutadas y la toma de fotografías en las cuales se deja evidencia del desarrollo de las actividades. (Ver apéndices B y C).

**3.1.2 Supervisar los procesos constructivos en la obra.** La obra asignada por parte de la dirección de planeación de la ESPO. S.A. para realizar el seguimiento fue el proyecto denominado INSTALACIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20” PVC ZONA 5 CENTRAL LOS HELECHOS – LA PALMITA (CARRERA 10C CON CALLE 16) OCAÑA NORTE DE SANTANDER.

Para llevar a cabo la supervisión de los procesos constructivos en la obra, previamente se describe los recursos tanto humanos como materiales que se utilizaron para la ejecución del proyecto.

**Recursos humanos.** Son todas aquellas personas que intervienen en el proceso de ejecución de la obra. Incluye tanto el personal de mano de obra calificada como lo son: El Ingeniero contratista, Ingeniero interventor, Ingeniero Residente de obra, y personas de apoyo a

la dirección tales como inspectores, pasantes y demás. Los cuales aportan sus conocimientos para el buen desarrollo de cada una de las actividades realizadas en obra, y el personal de mano de obra no calificada como Maestros, Oficiales y ayudantes, quienes cumplen una importante labor en el rendimiento y avance físico de la obra.



**Figura 3.** Equipo de trabajo  
Fuente. Pasante del proyecto.

**Ingeniero contratista.** Es la persona natural profesional en Ingeniería Civil, Julián Claro Bayona, quien es el encargado de llevar a cabo el cumplimiento del objeto contratado en los términos establecidos en el contrato de Obra.

**Ingeniero interventor.** La Interventoría realizada a la obra por parte de la Empresa de Servicios públicos de Ocaña, estuvo a cargo de la profesional en Ingeniería Civil Gladys Patricia Bacca Picón. Quien deberá velar por el cumplimiento de las especificaciones técnicas y demás aspectos establecidos en el contrato de obra.

**Ingeniero residente.** Es la persona que reside tiempo completo en la obra y dirige a la cuadrilla de trabajo para la correcta ejecución de las actividades, para este proyecto está representado por el Ingeniero civil Sergio Paredes.

**Pasante.** Es la Estudiante de la Universidad Francisco de Paula Santander de Ocaña, quien prestó un apoyo técnico a la dirección de planeación de la ESPO S.A “E.S.P”, realizando su trabajo de grado bajo la modalidad pasantía, en la cual brinda una representación de la empresa en la obra, cumpliendo las funciones de supervisión como auxiliar de interventoría. Está representado por la estudiante María Victoria Osorio Pacheco.

**Maestro de Obra.** Es la persona responsable de la ejecución física del proyecto y de la supervisión de las personas que tiene a su cargo.

**Oficial de Obra y Obreros.** Son los encargados de colaborar con el desarrollo de las actividades que deben ejecutarse, de acuerdo con las instrucciones dadas por su supervisor inmediato.

**Recursos Materiales.** Los recursos materiales hacen referencia a los equipos y materiales utilizados en la ejecución del proyecto.

### ***Equipos***

**Retro excavadora.** Este equipo fue utilizado para realizar las excavaciones necesarias para la construcción de las cajas, instalación de tuberías y accesorios. Así como también sirvió para

realizar el movimiento de las tuberías de PVC 20” y los accesorios de HF, debido a que por su peso. Era complicado bajarlos manualmente y para presionar los tubos en el momento en que se efectuó su instalación, además se utilizó en el proceso de hincar los Micro pilotes.



**Figura 4.** Retro excavadora realizando el movimiento de la Yee de 20” a 16”  
Fuente: Pasante del proyecto

**Volquetas.** Se emplearon para el retiro del material sobrante y escombros, y para el transporte del material de préstamo hasta la obra. Se utilizaron 3 volquetas con capacidad de 7m<sup>3</sup>.



**Figura 5.** Volqueta utilizada en obra  
Fuente: Pasante del proyecto

**Compactador Tipo Canguro.** Fue el equipo que se empleó para realizar la compactación de la cama en recebo para la tubería y para el relleno de las excavaciones realizadas.



**Figura 6.** Compactador tipo canguro  
Fuente: Pasante del proyecto

**Cortadora de pavimento.** Es el equipo que se utilizó para cortar el pavimento de tal manera que se limitara el área que debe ser demolida.



**Figura 7.** Cortadora de pavimento  
Fuente: Pasante del proyecto

**Compresor.** Abastecía de aire a los martillos neumáticos con los que se realizó la demolición del pavimento.



**Figura 8.** Compresor  
Fuente: Pasante del proyecto.

**Mezcladora de bulto.** Empleada para realizar la mezcla de concreto en obra.



**Figura 9.** Preparación de la mezcla de concreto en obra.  
Fuente: Pasante del proyecto

**Vibrador.** Es el equipo necesario para eliminar el aire y reducir los vacíos de la mezcla, logrando así una mezcla más densa.



**Figura 10.** Vibrado del concreto para la losa inferior de una de las cajas.  
Fuente: Pasante del proyecto

**Equipos para la señalización.** Se utilizaron señalizadores tubulares, señales de inicio de obra y valla de protección, para garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.



**Figura 11.** Elementos utilizados para la señalización de la obra.  
Fuente: Pasante del proyecto.

Tabla 3.  
*Actividades supervisadas*

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD
1.	<b>Preliminares</b>	
1.1	Localización y replanteo	GL
1.2	Corte de pavimento	ML
1.3	Demolición de pavimento	M2
2	<b>Movimientos de tierra</b>	
2.1	Excavación de material común de 0 a 2m	M3
2.2	Cama en recebo para apoyo de tubería	M3
2.3	Relleno compactado con material de préstamo	M3
2.4	Retiro y disposición de material sobrante y/o escombros	M3
3	<b>Instalación red de acueducto</b>	
3.1	Suministro e instalación de tubería de acueducto PVC presión 20"	ML
3.2	Instalación de válvulas	UND
3.3	Instalación de accesorios	UND
4.	<b>Obra civil complementaria</b>	
4.1	Atraques	M3
4.2	Cajas para válvulas	UND
4.3	Entibado	ML
6	<b>Pilotes hincados</b>	
6.1	Micro pilotes hincados	ML
6.2	Pedraplén	M3

**Nota.** La tabla muestra las actividades a las cuales se les realizó un seguimiento en su proceso constructivo. Fuente: Pasante del proyecto.

Habiéndose descrito anteriormente el personal y equipo que fueron utilizados para este proyecto se continúa con la descripción de los procesos constructivos realizados en obra de acuerdo con cada uno de los ítems contemplados en el presupuesto de obra contratado.

Tabla 4.

*Localización y replanteo*

ACTIVIDAD:	Localización y replanteo	UNIDAD	GL
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:	Equipo de Topografía y herramienta menor		
MATERIALES:	Ninguno		

Fuente: Pasante del proyecto

**Localización y replanteo.** Con esta actividad se dio inicio a la ejecución del proyecto, realizando previamente la localización de la tubería existente de PVC de 20" instalada con anterioridad desde los Almendros hasta la Carretera Central, la cual no ha sido puesta en servicio y requiere ser empalmada con la nueva tubería para la red matriz de PVC de 20". Este aspecto también hace referencia a todos los levantamientos topográficos que se realizaron para definir las cotas y alineación en la que se debía instalar la tubería.



**Figura 12.** Vista en planta de tramos comprendidos en el proyecto

Fuente: Pasante del proyecto.

Tabla 5.  
Longitud de tramos localizados

LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	
TRAMO	LONGITUD. (ML)
TRAMO 1-2	127
TRAMO 2-3	47
TRAMO 3-4	90
<b>TOTAL</b>	<b>264</b>

Nota. La tabla muestra la longitud de los tramos comprendidos dentro del proyecto a los cuales se les realizo el levantamiento topográfico. Fuente: Pasante del proyecto.



**Figura 13.** Localización de la tubería existente  
Fuente: Pasante del proyecto.

Nota. En la figura 14, se muestra la excavación manual realizada para localizar la tubería de PVC 20'' instalada con anterioridad desde los Almendros hasta la Carretera Central.

Se realizó el levantamiento topográfico de la línea de la tubería existente de PVC de 20'', para verificación, ajuste de cotas y del ángulo al cual debía ser instalada la Yee de 20'' a 16'', igualmente se realizó la respectiva alineación de la tubería de PVC de 16'' ya que al tomar los niveles de la Yee con la tubería existente de asbesto cemento de 18'', estas alturas no coincidieron con la que aparece en el plano suministrado por la empresa.



**Figura 14.** Levantamiento topográfico  
Fuente: Pasante del proyecto.

Tabla 6.

*Corte de pavimento*

ACTIVIDAD:	Corte de Pavimento	UNIDAD	M2
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:	Cortadora de pavimento		
MATERIALES:	Ninguno		

Fuente: Pasante del proyecto.

**Corte de pavimento.** Luego de realizar el trazado de la línea de la tubería a instalar, Se efectuó el corte de pavimento rígido en el tramo 1-2 correspondiente a la carretera central, teniendo en cuenta que el diámetro de la tubería a instalar es de 20” lo que es equivalente a 0,508m, se realizó el corte de la losa de concreto con un ancho de 1m, dejando así un espacio que permitiera a los obreros trabajar holgadamente dentro de la excavación durante el proceso de instalación de la tubería. cabe mencionar que la longitud pavimentada se multiplico por dos, ya que el corte se realiza por dos lados además al final de este tramo el corte de pavimento que se realizo fue mayor, ya que en este lugar se instaló un codo de 90° al cual se le realizara un atraque.

Debe tenerse en cuenta que existe un área dentro del proyecto, que es donde se encuentran las cajas, que no se encuentra pavimentada, por lo que no es necesario realizar ningún corte, ni demolición, además se debió hacer una modificación a las cantidades finales de corte y demolición, ya que en el sector del Barrio la Palmita y Gustavo Alayón, estas actividades fueron realizadas con ayuda de la retroexcavadora.



**Figura 15.** Demarcación de la línea de corte del pavimento

Fuente: Pasante del proyecto



**Figura 16.** Corte de pavimento rígido existente,

Fuente: Pasante del proyecto.

Tabla 7.

*Demolición de pavimento rígido.*

ACTIVIDAD:	Demolición de Pavimento rígido	UNIDAD	M2
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:	Compresor con martillo neumático y volqueta		
MATERIALES:	Ninguno		

Fuente: Pasante del proyecto

**Demolición de Pavimento rígido.** Esta actividad se realizó de manera mecánica mediante el uso de dos martillos neumáticos alimentados por un compresor.

El espesor que tiene el pavimento rígido en la Carretera Central es de 20 cm, sin embargo, se encontraron espesores de 25 cm e incluso de 30 cm en la entrada a la estación de servicio Bolívar. A medida que se fue realizando la demolición se efectuó el retiro del material.



**Figura 17.** Demolición de pavimento rígido  
Fuente: Pasante del proyecto.

Tabla 8.

*Excavación en material común de 0 a 2 m*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Excavación en Material Común de 0 a 2 m.	<b>UNIDAD</b>	M3
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:</b>	Retroexcavadora (pajarita), y herramienta menor.		
<b>MATERIALES:</b>	Ninguno		

**Excavación en Material Común de 0 a 2 m.** Inicialmente se realiza esta actividad de manera manual con el fin de localizar la tubería existente de PVC de 20" instalada con anterioridad, encontrándose está a una profundidad mayor a 2.0 m, continuando de aquí en adelante con excavación mecánica para la instalación de la Red Matriz de acueducto en línea PVC de 20" sin incluir domiciliarias, así como también la excavación necesaria para la

instalación de accesorios, construcción de cajas para válvulas y atraques. Sin embargo, hay que tener en cuenta que existe otra tubería de AC de 18", que está actualmente en funcionamiento, además de otras acometidas domiciliarias de agua potable y de gas, por lo que fue necesario realizar excavaciones manuales para ciertas partes.



**Figura 18.** Excavación para la instalación de la red matriz en el Barrio la Palmita  
Fuente: Pasante del proyecto



**Figura 19.** Excavación manual  
Fuente: Pasante del proyecto

Es importante mencionar que a medida que se fue avanzando con esta actividad y se comenzó a excavar para la construcción de la caja para la válvula de 18", se encontró presencia de nivel freático, lo que represento un cambio significativo ya que fue necesario realizar cambios al presupuesto contratado.

Para tomar medidas sobre este imprevisto presentado se recurrió a la asesoría del ingeniero Geotécnista, quien en primera instancia ordeno realizar un Ensayo de Penetración Estándar o SPT por medio del cual se pudiera determinar la capacidad de soporte del suelo, la cual fue necesaria para el dimensionamiento de la cimentación de la caja. Los sondeos se realizaron cada 0.50 m hasta una profundidad de 4 m, sin embargo, no se encontró suelo firme a esta profundidad.



**Figura 20.** Suelo con presencia de nivel freático  
Fuente: Pasante del proyecto



**Figura 21.** Ensayo de penetración estándar realizado en obra.  
Fuente: Pasante del proyecto.

Tabla 9.

*Cama en recebo para apoyo de tubería*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Cama en recebo para apoyo de tubería	<b>UNIDAD</b>	M3
<b>EQUIPOS Y</b>			
<b>HERRAMIENTAS:</b>	Compactador tipo canguro y herramienta menor.		
<b>MATERIALES:</b>	Material de préstamo (receba)		

Fuente: Pasante del proyecto

**Cama en recebo para apoyo de tubería.** Se efectuó la colocación y compactación de la cama en recebo constituida por una capa de 20cm de espesor debidamente compactados, mediante un canguro, la cual permitirá nivelar la superficie y brindar apoyo a la tubería matriz de acueducto y a los accesorios instalados.

**Figura 22.** Compactación Cama en recebo para apoyo de tubería

Fuente: Pasante del proyecto

Tabla 10.

*Relleno compactado con material de préstamo*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Relleno compactado con material de préstamo	<b>UNIDAD</b>	M3
<b>EQUIPOS Y</b>			
<b>HERRAMIENTAS:</b>	Retroexcavadora, Compactador canguro y herramienta menor.		
<b>MATERIALES:</b>	Material de préstamo		

Fuente: Pasante del proyecto

**Relleno compactado con material de préstamo.** Se realizó el relleno y compactación con material seleccionado libre de desperdicios orgánicos, habiéndose realizado previamente ensayos de laboratorio por parte del contratista al material.

Obteniéndose como resultado que por limpieza y gradación, el material de préstamo cumplía con la norma para relleno de estructuras. El laboratorio encargado de realizar estos ensayos fue el Departamento de Geotecnia y laboratorio de materiales GEOTEC.

A medida que se iba instalando tubería se rellenaba el área intervenida evitando así aumentar el riesgo de cualquier accidente e incomodar a los usuarios de la vía y a las personas que residen en este sector. El material se compacto en capas de 12cm en los laterales de las cajas y de 30cm en el relleno de zanjas para instalación de tuberías con un compactador tipo canguro.



**Figura 23.** Relleno y compactación de excavaciones.  
Fuente: Pasante del proyecto.

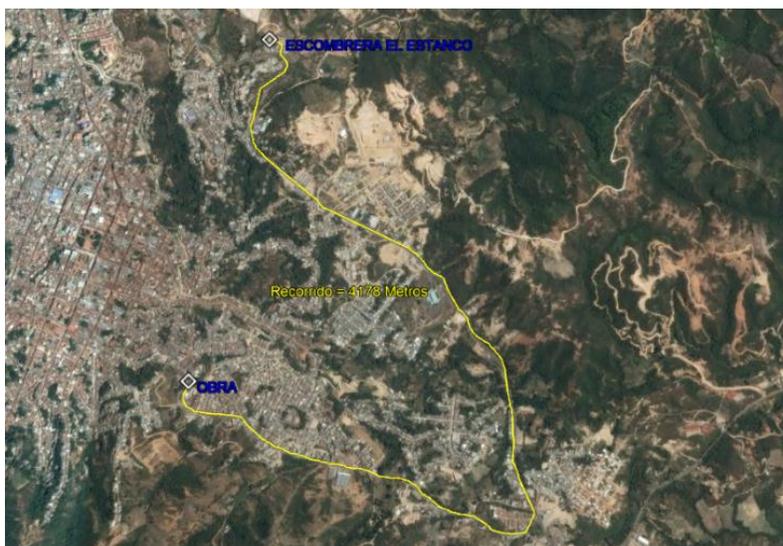
Tabla 11.

*Retiro y disposición de material sobrante y/o escombros*

ACTIVIDAD:	<b>Retiro y disposición de material sobrante y/o escombros.</b>	UNIDAD	<b>M3</b>
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:	Retroexcavadora, volqueta y herramienta menor.		
MATERIALES:	Ninguno		

Fuente: Pasante del proyecto.

**Retiro y disposición de material sobrante y/o escombros.** Se retiró el material sobrante con ayuda de la máquina ya que esta permite agilizar al máximo este proceso; sin embargo, en algunas ocasiones fue necesario hacer trasiego para llevar el material hasta el sitio donde alcanzaba a entrar la máquina. Siendo este llevado hasta un depósito final (Escombrera el Estanco) aprobado por la interventoría.



**Figura 24.** Vista en planta del recorrido realizado por las volquetas de la obra a la escombrera.  
Fuente: Google Earth.

Para el retiro del material sobrante y/o escombros se utilizaron 3 volquetas mencionadas con anterioridad en la descripción de los recursos materiales de la obra.



Figura 25. Cargue y retiro de material de excavación  
Fuente: Pasante del proyecto.

Tabla 12.

*Suministro e Instalación tubería de acueducto PVC presión 20"*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Suministro e Instalación tubería de acueducto PVC presión 20".	<b>UNIDAD</b> ML
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:</b>	Retroexcavadora y herramienta menor	
<b>MATERIALES:</b>	Tubería de acueducto PVC 20", lubricante, limpión, lasos, placa metálica.	

Fuente: Pasante del proyecto

**Suministro e Instalación tubería de acueducto PVC presión 20"**. Para la red matriz de acueducto instalada desde la Carretera Central hasta el barrio la Palmita, Se utilizó tubería de Poli cloruro de Vinilo PVC de 20", de unión mecánica tipo campana y espigo, la cual fue suministrada por la empresa de servicios públicos de Ocaña. Se destaca que esta tubería reemplazara la tubería existente de AC de 18", que transporta el agua potable desde el tanque Buena vista hacia los tanques de almacenamiento de Cristo Rey y el Llanito. Dicha tubería fue ubicada dentro de la excavación con ayuda de la retroexcavadora en la mayoría de los casos debido a su peso. La instalación de la tubería se realizó teniendo en cuenta lo establecido en el

numeral B.7.5.10.1 y B.7.5.10.2 del título B del RAS 2000, en el cual se establece la profundidad mínima y máxima a la que deben ser instaladas las redes de distribución de agua potable, dicha profundidad viene estando comprendida entre 1 y 1,5 m medidos desde la cota clave de la tubería hasta el nivel del terreno (cota rasante). De igual manera para el proceso de unión de los tubos se utilizó la retro excavadora para ejercer presión sobre los mismos, así como también para facilitar la unión entre dos tuberías se aplicó lubricante en el interior de la campana y en el espigo del tubo habiéndose limpiado previamente los tubos a acoplar. La ejecución de este proceso constructivo se verificó mediante una lista de chequeo la cual se realizó para verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas generales.

En total se instalaron 264 ml de tubería de PVC 20” desde la Carretera Central hasta el Barrio la Palmita.



Figura 26. Instalación de tubería de acueducto PVC 20”  
Fuente: Pasante del proyecto

Tabla 13

*Instalación de válvulas*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Instalación de válvulas.	<b>UNIDAD</b> Und.
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:</b>	Retroexcavadora, diferencial y herramienta menor.	
<b>MATERIALES:</b>	Tornillos, cadenas de acero	

Fuente: Pasante del proyecto.

**Instalación de válvulas.** De acuerdo con el presupuesto contratado se realizó la instalación de dos válvulas de compuerta las cuales fueron suministradas por la empresa contratante. Las válvulas instaladas tienen diámetros de 16” y 18” respectivamente, el material del cual están fabricadas es HF recuperado. Para el proceso de instalación de las mismas se revisó previamente que estuvieran en óptimas condiciones, es decir que no presentarían imperfecciones, roturas o deterioro.



**Figura 27.** Instalación de la válvula de 18”.

Fuente: Pasante del proyecto

Tabla 14.

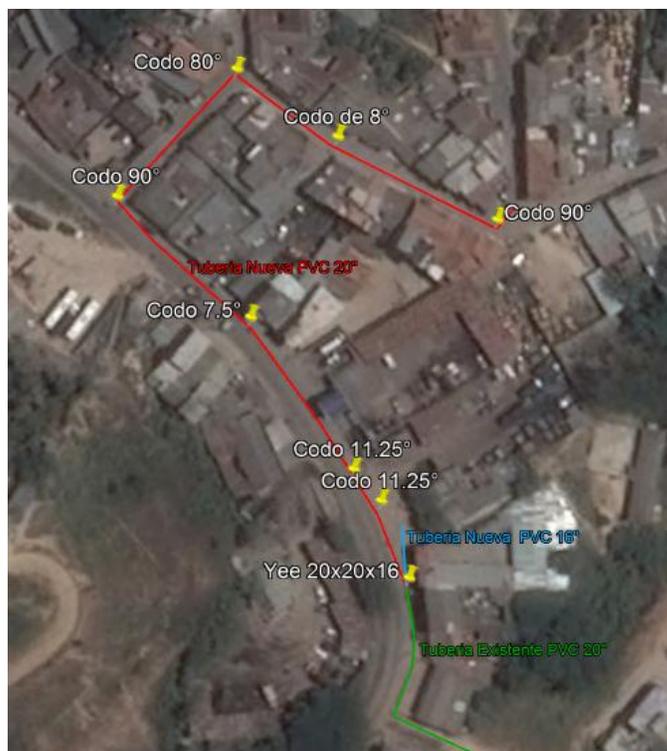
*Instalación de accesorios*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Instalación de accesorios	<b>UNIDAD</b> Und.
<b>EQUIPOS Y</b>		
<b>HERRAMIENTAS:</b>	Retroexcavadora, diferencial y herramienta menor.	
<b>MATERIALES:</b>	Tornillos, cadenas de acero.	

Fuente: Pasante del proyecto.

**Instalación de accesorios.** Los accesorios instalados, los cuales fueron suministrados por la ESPO S. A son de HF. El proceso de instalación de los accesorios se realizó de manera similar al de la tubería, revisando previamente el estado de estos y que la pared interior que entraría en contacto con la tubería estuviera limpia y seca, luego estos fueron ubicados sobre una cama en

recebo compactado de 20 cm de espesor, dentro de la excavación, con ayuda de la retroexcavadora debido a su peso. A continuación, se describe el proceso de instalación de los accesorios que fueron utilizados en el proyecto, de igual forma en la siguiente figura se ubican los accesorios más representativos., los cuales pueden observarse también de una manera más precisa en el plano adjunto. (Ver apéndice D).



**Figura 28.** Ubicación accesorios representativos.  
Fuente. Google Earth, 2017.

*El accesorio con ángulo de 5°.* Fue el primer accesorio instalado y acoplado con la tubería de acueducto existente de PVC 20". Este accesorio se usó con el propósito de re direccionar la tubería, ya que con anterioridad a esto se realizaron pruebas instalando la Yee de 20" a 16", para posteriormente continuar con la instalación de la tubería. Sin embargo, realizando una proyección de esta y rectificando las cotas y ángulos que se obtendrían instalando

la Yee de 20” a 16”, resulto que esta estaría ingresando 1,80 m dentro de la vía pavimentada, por lo que se recurrió a usar este accesorio con ángulo de 5°, el cual permitiría realizar la excavación para la instalación de la tubería a 1m medido desde la orilla del carril, tal y como se había estimado al inicio del proyecto.



**Figura 29.** Instalación accesoria con ángulo de 5°.  
Fuente: Pasante del proyecto

***Yee de 20” a 16”.*** Este accesorio, como puede observarse en la fotografía fue el segundo accesorio que se instaló, y tiene la función de distribuir el agua potable proveniente de la planta el Algodonal hacia los tanques de Cristo rey y el Llanito. Para realizar el movimiento e instalación de la Yee dentro de la excavación fue necesario sujetarla con cadenas de acero a la retroexcavadora, ya que no es posible realizar este proceso por el peso y volumen de este, con anterioridad a la adecuación e instalación del accesorio se compactaron dos capas de receba de espesor 20 cm cada una, que serviría de apoyo y para nivelar la superficie.



**Figura 30.** Instalación Yee de 20” A 16”.

Fuente: Pasante del proyecto

*Codo de 90°.* Este elemento permitió dar un giro de 90° para continuar con la instalación de la tubería de acueducto en PVC 20” en el sector de Gustavo Alayón, el procedimiento de instalación fue similar al de la tubería y demás accesorios, se realiza el movimiento del accesorio con ayuda de la retroexcavadora sujetándola con lasos, se ubica el accesorio dentro de la excavación, para facilitar su procedimiento se sueltan los anillos que vienen alrededor del accesorio, luego se hace el empalme de este con la tubería, engrasando previamente el interior del tubo y por último se ajustan los tornillos.



**Figura 31.** Instalación de codo de 90°

Fuente: Pasante del proyecto

*Reducciones de 20" a 18"*. Se utilizaron dos accesorios de este tipo, para realizar la conexión entre la válvula de 18" y la tubería de PVC 20". El proceso de instalación fue similar al de los demás accesorios, solo que, para estos, no se construyó cama en recebo, sino que fueron apoyados sobre la losa inferior de la caja.



**Figura 32.** Válvula y reducciones de 20" a 18".  
Fuente: Pasante del proyecto

*Accesorios de 11,25°*. Se utilizaron dos accesorios de este tipo para realzar la tubería en algunos tramos, ya que por norma debe instalarse está a una cota clave mínima de 1m, para su instalación se realizó el movimiento y adecuación dentro de la excavación con ayuda de la máquina, apoyándolos sobre una cama en recebo de 20 cm de espesor debidamente compactados, luego se soltaron los anillos de hierro que vienen alrededor del accesorios, se realizó la unión accesorio- tubería de PVC 20", y por último se ajustaron los tornillos, cabe mencionar que inicialmente los tornillos que se utilizaron tenían un grado de 2, pero estos fueron cambiados por tornillos grado 5, ya que los anteriores tendían a sufrir torsión.

**Codo de 7,5°.** Este accesorio de HF se utilizó para dar el cambio de dirección luego de haber instalado la tubería en el tramo de la estación de servicio Bolívar, ya que lo que se pretendía era realizar la instalación de la tubería hacia uno de los costados de la vía, para no interferir con las tuberías de alcantarillado sanitario.



**Figura 33.** Movimiento del Accesorio de 7°  
Fuente: Pasante del proyecto

**Codo de 80°.** Este elemento permitió dar un giro de 80° para continuar con la instalación de la tubería de acueducto en PVC 20” en el tramo correspondiente al Barrio la Palmita, el procedimiento de instalación fue similar al de la tubería y demás accesorios, se realiza el movimiento del accesorio con ayuda de la retroexcavadora sujetándola con lasos, se ubica el accesorio dentro de la excavación, para facilitar su procedimiento se sueltan los anillos que vienen alrededor del accesorio, luego se hace el empalme de este con la tubería, engrasando previamente el interior del tubo y por último se ajustan los tornillos. Unido a este accesorio se instaló una unión dresser.



**Figura 34.** Codo de 90°  
Fuente: Pasante del proyecto.

**Uniones dresser de 20''.** Se utilizaron dos uniones dresser, una unida al codo de 80°, ya que este al acoplarse con la tubería de PVC 20'', no lograba entrar totalmente hasta la marca de referencia del tubo, debido a que el accesorio debía tener una longitud de contacto de 40 cm y solo tenía 17 cm.



**Figura 35.** Instalación Unión dresser.  
Fuente: Pasante del proyecto.

**Accesorio de 8°.** Este accesorio fue ubicado en el sector del Barrio la Palmita, se utilizó para hacer el cambio de dirección ya que la vía no es totalmente recta. El proceso de instalación

es igual que el de los demás accesorios instalados. Este fue apoyado sobre una capa de recebo de 20cm debidamente compactados



**Figura 36.** Instalación accesorio de 8°  
Fuente: Pasante del proyecto.

Tabla 15.  
*Atraques*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Atraques	<b>UNIDAD</b> M3
<b>EQUIPOS Y</b>		
<b>HERRAMIENTAS:</b>	Mezcladora, vibrador, Formaletas y herramienta menor.	
<b>MATERIALES:</b>	Concreto 1:1,75: 1,75 y acero de refuerzo.	

Fuente: Pasante del proyecto.

**Atraques.** Durante el proceso de instalación de la tubería para la Red matriz de acueducto en línea en PVC de 20" y los accesorios necesarios para su instalación, se

construyeron atraques en concreto simple, sin embargo, para la Yee de 20" a 16" y el accesorio con ángulo de 5° se utilizó acero de refuerzo. Dichos atraques actúan como una estructura de protección para los elementos mencionados evitando que por la presión que se pueda llegar a tener en las partes donde se presentan cambios de dirección para la línea de acueducto, estos tiendan a separarse.



**Figura 37.** Atraques para tubería de PVC 20" y accesorio de 11,25°  
Fuente: Pasante del proyecto



**Figura 38.** Atraque Yee de 20" a 16"  
Fuente: Pasante del proyecto

Tabla 16.

*Cajas para válvulas*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Cajas para válvulas	<b>UNIDAD</b> Und.
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:</b>	Compactador tipo canguro, Formaletas, mezcladora y vibrador de concreto, mixer y herramienta menor	
<b>MATERIALES:</b>	Acero de refuerzo de 5/8" y 1/2", alambre negro, concretos de 4000 y 3500 psi	

Fuente: Pasante del proyecto

**Cajas para válvulas.** Se realizaron dos cajas en concreto reforzado para las válvulas de compuerta de 18" y 16". Ambas cajas constan de un doble refuerzo longitudinal y transversal en sus muros y losas superiores e inferiores. El acero utilizado en la parte exterior del armazón fue de 5/8" y el acero interior de 1/2". Estas cajas se construyeron de acuerdo al diseño estructural presentado por el contratista.

Las cajas se nivelaron con respecto a la rasante de la vía, dejándoles unas gradas y una placa removible de modo que sea fácil de destaparlas para realizarles mantenimiento cuando se requiera.

**Caja para válvula de 16".** Previamente a la construcción de la caja, se realizó la colocación y compactación de dos capas de recebo de 20 cm de espesor debidamente compactadas, luego se le construyo un solado el cual cumple la función de aislar el acero de refuerzo del terreno natural, evitando así que este se corroa, así como también nivelar la superficie sobre la cual se construyó la caja. Teniendo lista la superficie de apoyo para la caja, se procedió a realizar actividades de corte, figurado y armado de acero el día 11 de septiembre en las horas de la noche.

La caja consta de un doble refuerzo longitudinal y transversal en sus muros y losas superiores e inferiores. Se usaron varillas N° 4 y N°5 con traslapes mínimos de 80 cm para acero de 5/8" y de 65 cm para acero de 1/2". La separación entre barras medida en obra fue de 14 cm para el acero longitudinal y de 17 cm para acero transversal de los muros.

Luego de culminada la actividad de armado de acero se continuó con la instalación y adecuación de formaleta metálica, dejando un espacio de recubrimiento de 7 cm. inicialmente se fundió la losa inferior con un espesor de 41,5 cm y luego los muros de la caja se fundieron de manera perimetral en alturas de 1,20 m por lo que el proceso de fundir la caja se llevó por partes utilizándose un diseño de mezcla que proporcione la resistencia requerida en este caso usando una dosificación 1:1,75:1,75. Adicionando a la mezcla el producto Sika fluid a fin de brindarle a la mezcla una mayor manejabilidad reduciendo el contenido de agua de la misma sin afectar su resistencia debido a que el acero de las cajas se encuentra muy entrelazado por lo que no es recomendable usar una mezcla muy espesa.



**Figura 39** Proceso constructivo de la caja para válvula de 16"  
Fuente: Pasante del proyecto

**Caja para válvula de 18”.** Cabe mencionar que la caja N°2 (caja para la válvula de 18”), se encuentra cimentada sobre un conjunto de micro pilotes y apoyado sobre un pedraplén debido a que en el lugar donde se construyó se encontró presencia de nivel freático.

Para fundir esta caja, se utilizó concreto premezclado, cuyo proveedor fue la planta de concreto NWUA, ubicada en la Ermita. Este tipo de concreto garantiza la resistencia de 3500 psi especificada en el presupuesto contratado, este concreto viene adicionado con una serie de aditivos, de igual manera para verificar la resistencia que este proporciona, se realizó el ensayo de asentamiento a la mezcla y los especímenes en concreto, que posteriormente fueron llevados al laboratorio en donde se verificó que este material cumple otorgando resistencias mayores a las deseadas a los 28 días.



**Figura 40** .Medida de la separación del refuerzo longitudinal.  
Fuente: Pasante del proyecto



**Figura 41.** Acero de refuerzo de la caja N° 2  
Fuente: Pasante del proyecto

Tabla 17.  
*Entibado*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Entibado	<b>UNIDAD ML.</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:</b>	Herramienta menor.	
<b>MATERIALES:</b>	Tablas de madera de 030m*3m, varetas de madera, puntillas.	

Fuente: Pasante del proyecto

**Entibado.** Para brindar seguridad al personal y prevenir el deslizamiento de tierras de los taludes laterales, en especial del lado de la vía, se mantuvo entibada la excavación, así como también fue necesario cubrir con tablas y plástico impermeable el área intervenida a fin de evitar el ingreso de agua a la zanja.

Se dejó un entibado continuo en madera de forma permanente del lado de la vía, para evitar que se continúe deslizando el material por efecto de las cargas y vibraciones impuestas por el tránsito, este entibado es doble de tal manera que se dejó un área encofrada, la cual fue rellena con un concreto pobre.



Figura 42. Entibado para estabilización de talud lateral

Fuente. Pasante del proyecto.

Tabla 18.

*Micro pilotes hincados*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Micro pilotes hincados	<b>UNIDAD ML.</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:</b>	Retroexcavadora, motobomba y herramienta menor.	
<b>MATERIALES:</b>	Desoxidante, anticorrosivo, cadenas de acero, mortero.	

Fuente: Pasante del proyecto.

**Micro pilotes hincados.** Debido a la presencia de nivel freático en el terreno sobre el cual se construyó una de las Cajas, fue necesario tomar las medidas necesarias para el mejoramiento de su cimentación, para esto se recurrió al asesoramiento de un Ingeniero Geotécnista, quien planteo la construcción de 24 micro pilotes e hizo entrega del diseño de la cimentación para mejorar las condiciones del terreno.

Los Micro pilotes que fueron utilizados para este proyecto tienen un diámetro de 12cm y longitud de 6m, constan de un tubo de acero, los cuales tuvieron un proceso bastante tedioso

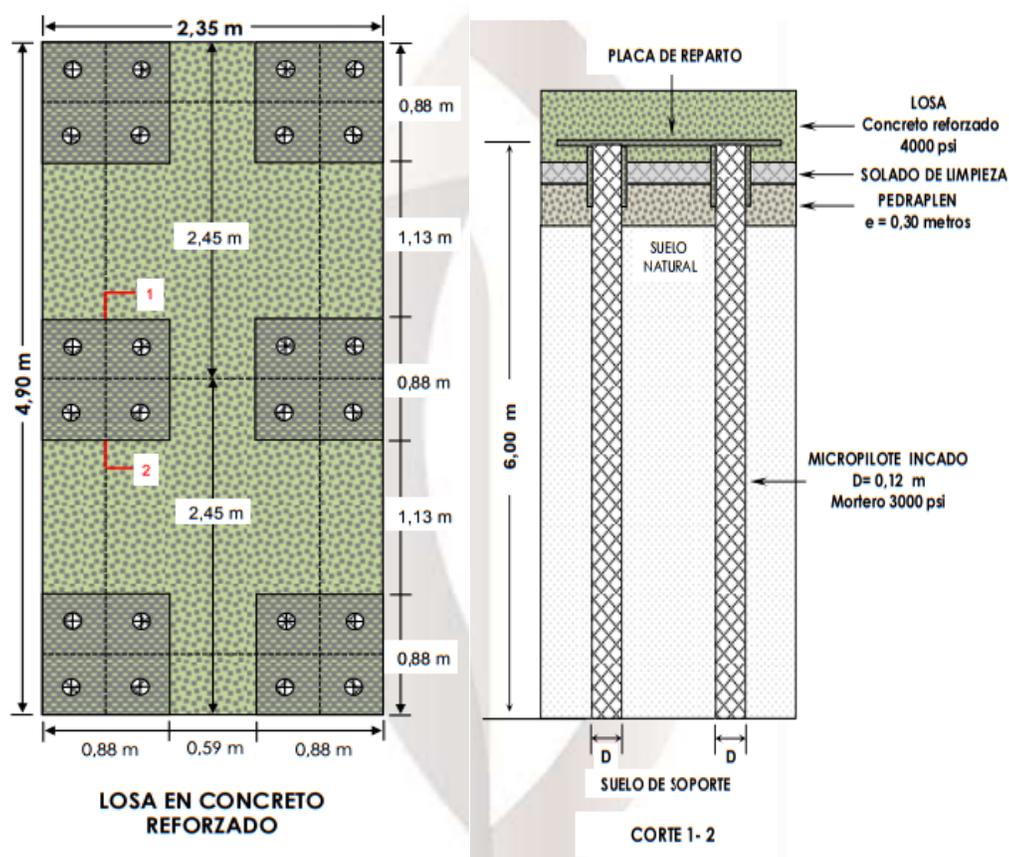
iniciándose con la preparación de estos en actividades de soldado, limpieza, desoxidación y cubrimiento con anticorrosivo. Las actividades de corte, limpieza y soldadura de los tubos de hierro se iniciaron el día 18 de Octubre en el taller de Servitorno Leo, ubicado en la avenida circunvalar, se trabajó en este lugar 2 días, retirando los desechos del interior de los tubos y soldándolos, luego se continuo con la preparación de los pilotes, retirando el óxido mediante el uso de una grata y una pulidora de 600 revoluciones, seguido de la aplicación de una capa de supra oxido y dos capas de anticorrosivo, este proceso se terminó el 21 de Octubre.



**Figura 43** .Limpieza, desoxidación, cubrimiento con anticorrosivo e hincado de Micro pilotes.  
Fuente: Pasante del proyecto.

Seguido de las actividades mencionadas anteriormente, se procedió a hincar los micro pilotes con ayuda de la Retroexcavadora, de acuerdo con el plano de cimentación presentado por el ingeniero Geotécnista, no obteniéndose buenos resultados en este procedimiento ya que no se

lograba profundizar el pilote en su totalidad, ante esto se recurrió a utilizar un cono de hierro de 128 kg de peso para ejercer presión sobre los micro pilotes, Sin embargo no se lograron hincar hasta la profundidad requerida, Pese a este inconveniente el ingeniero Geotécnista recomienda cortar las partes restantes de los tubos e hincarlos de manera distribuida sobre la superficie, resultando de esta manera un cambio en el diseño inicial propuesto. Esta actividad se culminó el día 30 de Octubre.



**Figura 44.** Plano de cimentación inicial- Micro pilotes hincados.  
Fuente: Geotec.

Luego de hincar los micro pilotes, se procedió a evacuar el agua del interior de estos, haciendo uso de una motobomba con una capacidad de 3450 rpm, ya que es necesario evacuar el

fluido para continuar con el proceso de rellenar los micro pilotes con mortero, el cual sirve para protegerlos de la corrosión, transmitir cargas al suelo y como refuerzo contra el pandeo.

Tabla 19.

*Pedraplén*

<b>ACTIVIDAD:</b>	Pedraplén	<b>UNIDAD</b>	M3.
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:</b>	Herramienta menor.		
<b>MATERIALES:</b>	Piedra rajona, triturado de ¾", geo textil no tejido		

Fuente: Pasante del proyecto

**Pedraplén.** Se construyó un Pedraplén de 30 cm de espesor que actuará como un filtro y permitirá mejorar las condiciones constructivas de la caja, se le adicionó piedra en diferentes tamaños y triturado, luego se compacto.

Para evitar la pérdida de resistencia y fallo del Pedraplén, debido a las presiones externas, con anterioridad a esta actividad se dispuso un geotextil, el cual cumple una función estabilizadora conservando su capacidad portante y logrando una buena compactación del agregado.



**Figura 45.** Pedraplén compacto  
Fuente: Pasante del proyecto

Seguido del Pedraplén se dispuso otro geotextil, el cual permitirá controlar la humedad excesiva y mejorar las condiciones de la superficie para la construcción del solado. Luego de construir el solado en concreto con un espesor de 10 cm, se ubicaron placas de reparto de acero de dimensiones de 0,90m \* 2,35m y se continuó aplicando una primera capa de concreto para la losa inferior, sobre la cual se dispuso el acero de refuerzo de la caja N° 2 (Caja para válvula de compuerta de 18”). Luego se procedió con las actividades de corte, figurado y armado de acero para la caja, esta al igual que la caja N° 1 (caja para válvula de 16”) consta de un doble refuerzo en sus muros y losas, usando acero de ½” en la parte interna de los muros y de 5/8” en su parte externa.



**Figura 46.** Ubicación de placas metálicas  
Fuente: Pasante del proyecto.

Adicional al pedraplén se construyeron 2 filtros, de los cuales queda pendiente la construcción de las respectivas cajas en concreto, para la construcción de estos filtros primero se realizó una excavación de 50 cm de profundidad y luego se introdujo dentro de esta un geotextil

no tejido, el cual cumple la función de separar el material granular del suelo natural, luego se rellenó la excavación con triturado de  $\frac{3}{4}$ " , habiéndose instalado previamente un tubo de PVC sanitario de 4", tipo pesado de longitud 4m. Al tubo se le realizaron perforaciones y fue recubierto con geotextil, de tal manera que permita el ascenso del agua sin que este se tapone con pequeñas partículas.



**Figura 47.** Construcción de filtros

Fuente: Pasante del proyecto

**3.1.3 Supervisar el cumplimiento de las especificaciones técnicas en la ejecución del proyecto.** Con el propósito de que los trabajos realizados cumplan con las exigencias y procedimientos definidos para la ejecución de la obra, se elaboraron listas de chequeo en las cuales se hace revisión de los diferentes criterios por tener en cuenta en los procedimientos de ejecución, donde se describe la forma en que deben realizarse actividades como la instalación de tuberías y válvulas, ensayos realizados en obra, así como también criterios de aceptación de materiales como el acero. Ya que en general las especificaciones técnicas hacen referencia a reglamentos de construcción para cada país, se ajustó información del título G del RAS 2000,

relacionado a los aspectos complementarios de construcción y también del libro de tecnología del concreto. (Ver apéndice E)

**3.1.4 Identificar y llevar un registro de los diferentes controles que realiza la empresa en la obra de acueducto asignada.** Entre los controles que se llevaron a cabo en la obra asignada por parte de la ESPO S.A se pueden identificar tres aspectos fundamentados según lo contenido en el numeral I.4.3 referente a los procedimientos de control del título I del reglamento colombiano de construcción sismo resistente, como lo son: control de materiales, control de ejecución y control de calidad.

Después de identificar estos controles se procedió a realizar un registro de estos como se puede apreciar a continuación.

**Control de materiales.** Dentro de los controles realizados a los materiales, se pueden mencionar los ensayos realizados al material de préstamo utilizado para el relleno de excavaciones, así como también las revisiones a la tubería de PVC de 20”, a los empaques de caucho, y tornillos utilizados para ajustar los accesorios. Además de las revisiones hechas por parte del pasante.

**Material de préstamo para rellenos.** Se realizó la toma de muestra de material de relleno (receba) por parte del contratista, para ser llevada al laboratorio donde se les realizo los ensayos de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad en los que se determinó que el material cumple con la NORMA INVIAS 2013 ART 610 TABLA 610-12.

La receba puesta en obra se ha mantenido cubierta con plástico impermeable y encerrada en lona verde para evitar su contaminación.



**Figura 48.** Cerramiento y protección para Material de préstamo  
Fuente: Pasante del proyecto

**Tubería de PVC 20”.** Se revisó la tubería a instalar para la red matriz de acueducto por parte del contratista y del inspector Luis Yaruro, de la ESPO. S.A, cabe mencionar que la tubería marca Pavco presentaba un color más oscuro que la tubería Durman y 2 tubos presentaban unas pequeñas escarificaciones, muy superficiales, sin embargo estas no comprometen el espesor del tubo y por lo tanto no interfieren en el buen funcionamiento de la misma.

De la revisión realizada se excluye el uso de uno de los tubos marca Pavco, por presentar una ondulación en la campana, no permitiendo encajar correctamente el empaque de caucho, los demás tubos se aprobaron que fueran utilizados.



**Figura 49.** Revisión de la tubería de PVC 20".  
Fuente: Pasante del proyecto.

**Cemento.** El material cementante utilizado para los concretos hechos en obra fue cemento tipo 1 de uso general marca Ultracem, el cual revisando la ficha técnica cumple con la NTC 121 y el cual ofrece excelentes resistencias. El cemento se mantuvo en un lugar fresco y seco, donde no estuviera expuesto a la intemperie.



**Figura 50.** Acopio del cemento  
Fuente: Pasante del proyecto

*Acero.* Se verificó que el acero a utilizar tuviera el certificado de calidad exigida por la norma W60, 420Mpa. Marca Diaco. Igualmente se revisó que el refuerzo estuviera libre de óxido y grasa.

El acero fue figurado en obra, bajo la supervisión del ingeniero residente de acuerdo al diseño propuesto para la caja por parte del contratista.



**Figura 51.** Acero de refuerzo  
Fuente. Pasante del proyecto

**Control de ejecución.** Durante la ejecución de los trabajos se tuvieron visitas técnicas a la obra por parte del jefe del área físico- operativa, el director de planeación e inspectores de la ESPO S.A, en la supervisión de actividades de instalación de tuberías, válvulas y accesorios. Además de lo anterior la Empresa, estará encargada de las actividades desarrolladas con los empates y algunas reparaciones de tuberías.



**Figura 52.** Visitas técnicas por parte del inspector Luis Yaruro de la Espo  
Fuente: Pasante del proyecto

**Control de calidad.** Siendo de gran importancia el tema de control de calidad en la obra, la empresa a través de la interventoría contratada verifica el cumplimiento eficaz de los trabajos realizados, que en cuanto aspectos técnicos, exige al contratista que efectúe los respectivos ensayos de control de calidad como ensayos de compactación, asentamiento, y elaboración de especímenes en concreto para pruebas de resistencia a la compresión. Este control se complementa con la supervisión técnica realizada por la persona asignada para realizar seguimiento a la obra en ejecución.



**Figura 53.** Prueba de asentamiento del concreto  
Fuente. Pasante del proyecto.

**Elaboración de especímenes de concreto en obra.** Este procedimiento se rige bajo la norma técnica Colombiana NTC 550 y NTC 1377, las cuales hacen referencia a la elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. Estas normas establecen los requisitos para el ensayo en el cual debe utilizarse moldes de acero, Hf, u otro material no absorbente, de igual manera la varilla compactadora debe poseer unas características que permitan realizar la compactación de la mezcla de una forma adecuada. Esta varilla debe ser cilíndrica de acero liso, su longitud y diámetro varía de acuerdo al diámetro del cilindro y su extremo compactador debe ser hemisférico.

De acuerdo con la información de las tablas contenidas en la NTC 550, para un cilindro de diámetro de 15cm, como lo utilizados en la obra, el diámetro de la varilla compactadora debe ser de 16mm o 5/8” y su longitud debe ser de 60 cm, de igual forma el número de golpes por capa es de 25 golpes. Para llevar un control de calidad en el concreto y la realización de estas pruebas,

este procedimiento se verifico mediante una lista de chequeo la cual forma parte de la actividad de verificar el cumplimiento de especificaciones técnicas.

Tabla 20

*Requisitos para varillas compactadoras*

Dimensiones de la varilla			
Diámetro del cilindro, mm	Diámetro de la varilla, mm	Longitud de la varilla, mm	Numero de golpes/capa
<150	10	300	25
150	16	600	25
200	16	600	50
250 o mayores	16	600	75

**Nota.** La tabla muestra el diámetro y longitud de la varilla compactadora para la elaboración de especímenes de concreto en obra, de acuerdo con el diámetro del cilindro. Fuente: tabla extraída de la NTC 550

Tabla 21.

*Requisitos de tamaño, tipo y moldeo*

Tipo y tamaño del espécimen, profundidad, (mm)	Método de compactación	Número de capas	profundidad aproximada de la capa, (mm)
Cilindros			
300 o menos	Apisonamiento	3 iguales	100 o menos
más de 300	Apisonamiento	las que requieran	100 o menos
300 o menos	Vibración	2 iguales	150 o menos
			Media profundidad del espécimen
300 a 450	Vibración	2 iguales	
más de 450	Vibración	3 o mas	200 o lo más cerca posible
Vigas			
150 a 200	Apisonamiento	2 iguales	Profundidad media del espécimen
más de 200	Apisonamiento	3 o mas	100
150 a 200	Vibración	1	Profundidad del espécimen
más de 200	Vibración	2 o mas	200 o lo más cerca posible

**Nota.** La tabla muestra el número de capas y la profundidad aproximada de la capa a compactar, que para los cilindros elaborados en obra corresponde a 3 capas iguales de 100 mm cada una, ya que la altura del espécimen era de 300mm. Fuente: tabla extraída de la NTC 550

Los cilindros de concreto fueron elaborados por el ingeniero residente bajo la supervisión del pasante, Estas muestras fueron tomadas tanto para los concretos hechos en obra, como para los casos en los que se trabajó con concretos premezclados los cuales garantizaban una

resistencia de 4000 psi. Luego los especímenes de prueba fueron llevados al laboratorio por parte de la interventoría y del contratista, donde se determinó la resistencia a la compresión de estos.

A continuación, se registra la fecha en la que se realizaron cilindros de concreto en obra y las fechas en las cuales se debe medir las respectivas resistencias alcanzadas de acuerdo a la edad del concreto.

**Tabla 22**

*Fecha de elaboración y ruptura de los especímenes de concretos.*

Fecha de Elaboración de los cilindros de concreto	ruptura a los 7 días	ruptura a los 14 días	ruptura a los 28 días
15-sep-17	22-sep-17	29-sep-17	13-oct-17
26-sep-17	03-oct-17	10-oct-17	24-oct-17
30-sep-17	07-oct-17	14-oct-17	28-oct-17
06-oct-17	13-oct-17	20-oct-17	03-nov-17
03-nov-17	10-nov-17	17-nov-17	31-nov-17
14-nov-17	21-nov-17	28-nov-17	12-dic-17
20-nov-17	27-nov-17	04-dic-17	18-dic-17

**Nota.** En la tabla se organiza las fechas en las que deberán ser ensayados los cilindros de concreto a edades de 7, 14 y 28 días. Fuente: pasante



**Figura 54.**Elaboración de especímenes de concreto en obra  
Fuente. Pasante del proyecto.

El Departamento de geotecnia y laboratorio de materiales GEOTEC, estuvo a cargo de realizar los ensayos de resistencia a la compresión de los cilindros de concreto, de los cuales se

tomaron los resultados de los especímenes llevados al laboratorio por parte de la interventoría.  
(Ver apéndice F).

Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de cilindros en concreto se presentan a continuación.

Tabla 23.

*Resultados de ensayos de resistencia a la compresión para cilindros de la caja N°1.*

<b>RESULTADOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>Cilindro N°1</b>	<b>FECHA TOMA</b>	<b>FECHA ROTURA</b>	<b>EDAD</b>	<b>RESISTENCIA REAL A LA FECHA (psi)</b>	<b>RESISTENCIA ESTIMADA A LOS 28 DÍAS(psi)</b>
Losa de piso caja N°1	cilindro 1	15/09/2017	22/09/2017	7	3325,1	4766,7
	cilindro 2		13/10/2017	28	5343,4	
Atraque	cilindro 1	26/09/2017	03/10/2017	7	3426,5	4889,9
	cilindro 3		24/10/2017	28	5055,4	
MURO	cilindro 1	30/09/2017	07/10/2017	7	2627,9	3909,4
	cilindro 2		28/10/2017	28	3788,1	
LOSA SUPERIOR	cilindro 1	06/10/2017	13/10/2017	7	3148,5	4551,3
	cilindro 3		03/11/2017	28	4714,9	

**Nota.** La tabla muestra los resultados obtenidos de la rotura a los 7 y 28 días, de los especímenes de concreto tomados de las mezclas utilizadas para fundir la caja N°1 (Caja para válvula de 16"). Fuente: Geotec.

Tabla 24.

*Resultados de ensayos de resistencia a la compresión para cilindros de la caja N°2.*

<b>RESULTADOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>Cilindro N°1</b>	<b>FECHA TOMA</b>	<b>FECHA ROTURA</b>	<b>EDAD</b>	<b>RESISTENCIA REAL A LA FECHA (psi)</b>	<b>RESISTENCIA ESTIMADA A LOS 28 DÍAS(psi)</b>
Losa de piso caja N°2	cilindro 1	03/11/2017	10/11/2017	7	3296,1	4731,4
	cilindro 3		01/12/2017	28	4656,5	
MUROS	cilindro 1	14/11/2017	12/12/2017	28	5006,3	5156,8
	cilindro 4					
MUROS	cilindro 1	20/11/2017	18/12/2017	28	4230,3	4243,31
	cilindro 4					
TAPA CAJA N°2	cilindro 1	09/12/2017	16/12/2017	7	3733,7	5261,3
	cilindro 3		06/01/2017	28	4955,1	

**Nota.** La tabla muestra las resistencias en Psi obtenidos de la rotura a los 7 y 28 días, de los especímenes de concreto tomados de las mezclas utilizadas para fundir la caja N°2(Caja para válvula de 18"). Fuente: Geotec.

**3.1.5 Mantener informado al supervisor o jefe directo en la empresa de los avances de obra.** Durante el tiempo de realización de pasantías en la empresa ESPO S.A “E.S.P” una de mis funciones fue informar a la ingeniera interventora Gladys Patricia Bacca Picón sobre los avances de obra y cualquier eventualidad que se presentara que no estuviera dentro de la cotidianidad de la obra. Esta función se cumplió mediante la presentación de la bitácora en donde se registraron las actividades que se realizaron diariamente (ver apéndice G).

**3.1.6 Presentar el informe técnico del seguimiento realizado.** Durante el periodo de ejecución de la obra se presentaron informes mensuales de avance en los cuales se habla de los aspectos generales de la obra, como las actas, pólizas y el avance físico de las actividades ejecutadas. En él se describen las actividades del contrato que ya fueron ejecutadas y se ilustra cada situación mediante fotografías que sirven de apoyo para corroborar la realización de estas. (Ver apéndice H)

**3.2 Proponer el diseño de pavimento Rígido para la calle Urbanización central y un tramo de la calle Escobar, a las cuales se les realizo la reposición de las redes de acueducto y alcantarillado por parte de la empresa ESPO S.A.**

De acuerdo con las actividades de apoyo a la dirección de planeación de la Empresa de Servicios públicos de Ocaña, ESPO S.A, Se propuso el diseño de pavimento para la calle 7 de la Urbanización central y un tramo de la Calle Escobar, el cual será de tipo Rígido y estará confinado con sardineles en los extremos.

En cuanto al estado en el cual se encontraban las vías, se puede mencionar que la Empresa de servicios públicos de Ocaña, ESPO S.A “E.S.P.”, realizó una optimización de las redes de acueducto y alcantarillado para las calles en estudio, siendo ahora de su interés realizar la reposición de pavimento a fin de dejar estas vías, en excelentes condiciones.

Para el diseño de pavimento se debe tener en cuenta la capacidad de soporte del suelo de subrasante, determinada en estudios de suelo realizados a la vía con anterioridad, de igual manera para conocer la demanda del tránsito se realizó el estudio de tránsito mediante aforos vehiculares, Con esta información se realizaron proyecciones de tránsito.

De acuerdo con el método de diseño de pavimento rígido de la PCA 84 se determinaron las dimensiones y todos los componentes del pavimento.

**3.2.1 Definir la metodología a emplear en el diseño de pavimento.** Dentro del procedimiento de diseño se utilizaron el método empleado por el INVIAS y el método utilizado por la PCA (Portland Cement Association), teniendo en cuenta que el propósito de este método es hallar los espesores mínimos de pavimentos que permitan optimizar costos en una obra, teniendo en cuenta para el diseño los lineamientos que especifica el Manual de diseño de Pavimentos de concreto del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

**3.2.2 Establecer y analizar los parámetros y criterios técnicos a implementar en el diseño de pavimentos rígidos.** En este documento se establecen y analizan los parámetros a tener en cuenta en el diseño de los pavimentos rígidos de acuerdo a las metodologías empleadas

como lo son: el estudio de tránsito, el periodo de diseño, el crecimiento anual del tránsito, la capacidad del suelo de subrasante, el módulo de resistencia del concreto, entre otros.

En el diseño del pavimento es necesario tener en cuenta varios elementos, de los cuales los más importantes son la capacidad de soporte del suelo, el tránsito que circulará sobre la estructura durante todo su periodo de diseño, las condiciones climáticas y los materiales con que se construirá. (Manual de diseño de Pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito- INVIAS).

**Tránsito y periodo de diseño.** Los principales factores de tránsito que inciden en el diseño de un pavimento rígido son el número y la magnitud de las cargas por eje más pesadas, que se esperan durante el periodo de diseño. Estos valores se obtienen a partir de estimativos de:

- TPD (tránsito promedio diario en ambas direcciones)
- TPDVC (tránsito promedio diario en vehículos comerciales en ambas direcciones)
- Cargas por eje de los vehículos comerciales. (Montejo, 2010)

Para el diseño de la estructura de pavimento se utilizó un periodo de diseño de 20 años, el cual es el recomendado por la metodología empleada y por el Manual de diseño de concreto del INVIAS para todos los análisis estructurales.

### 3.2.3 Hacer conteos vehiculares en la calle escobar y la Cra 11 b de Urbanización central para estimar el TPDs.

**Conteo vehicular y estudio de tránsito para la carrera 11B entre calles 6 y 8, Urbanización Central. *Determinación del tránsito existente.*** Debido a que la vía a la cual se le requiere hacer el diseño de la estructura de pavimento se encuentra cerrada o impedida al tránsito vehicular, no se pudo determinar el tránsito existente (TE), por lo que el tránsito actual viene estando constituido por el tránsito atraído (Tat) de otras vías alternas a esta después de la mejora, por tal motivo para obtener el tránsito promedio diario, se realizaron conteos vehiculares representativos durante una semana, contando todos los vehículos que pasan por la calle principal del Cementerio Central y tomando un 30% de este como tránsito atraído que posiblemente podría tomar la nueva vía mejorada, luego se calculó el Tránsito promedio diario semanal, y se estableció el porcentaje de vehículos clase A, B y C. (ver apéndice I).

El TPDs utilizado para esta vía es el que aparece en la siguiente tabla: TPDs= 327 vehículos

Tabla 25

*Conteo de tráfico para la carrera 11B de la Urbanización central.*

DIA	AUTOS		BUSES		CAMIONES	
	Veh. Livianos	Busetas	Bus Grande	C2P	C2G	
<b>Lunes</b>	239	61	1	26	8	
<b>Martes</b>	241	59	1	25	6	
<b>Miércoles</b>	238	58	1	18	7	
<b>Jueves</b>	229	51	1	19	6	
<b>Viernes</b>	247	54	1	24	10	
<b>Sábado</b>	227	41	0	20	10	
<b>Domingo</b>	247	45	2	11	3	
<b>TOTAL</b>	1668	369	7	143	50	
<b>TOTAL/ 7 DIAS</b>	238	53	1	20	7	
<b>% De Vehículos</b>	74,6%	16,5%	0,3%	6,4%	2,2%	
<b>TPDS (vehículos)</b>	320		100%			

Nota. La tabla muestra el tránsito promedio diario de vehículos obtenido de un conteo realizado durante una semana, en la vía Principal del Cementerio central para determinar el tránsito de la Urbanización Central como vía alterna a esta, clasificado en autos, buses y camiones. Fuente. Pasante del proyecto

**Proyección del tránsito.** El tránsito inicial de vehículos comerciales utilizados para el diseño de un pavimento será la suma de: el normalmente existente, el atraído y el generado.

Teniendo en cuenta que al tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, se asume como tránsito generado de la nueva vía pavimentada un 5% del tránsito actual.

$$TA = TE + Tat = 320veh/dia$$

$$TG = 5\% (TA) = 0,05 * 320 = 16veh/dia$$

$$Ti = TA + TG = 320 + 16 = 336 veh/dia$$

El tránsito futuro se obtiene a partir del tránsito inicial, el cual se proyecta hacia el futuro una vez se ha establecido el periodo de diseño, que para este caso será de 20 años, para esto fue necesario estimar la tasa anual de crecimiento del tránsito.

#### **Determinación de la tasa de crecimiento del tránsito cuando no existe serie histórica.**

Al no contarse con una Serie histórica de conteos de tránsito se puede determinar la tasa de crecimiento del tránsito utilizando la información registrada en la Tabla 2.3 del manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito, obtenida del análisis de las series históricas del Instituto Nacional de Vías, en las carreteras con bajos volúmenes de tránsito durante el período 1996 a 2005.

La Vía en estudio tiene una clasificación de Vía Secundaria que, según el manual de diseño de pavimentos de concretos para vías con Bajos, Medio Altos volúmenes de Tránsito del

INVIAS lo clasifica en una categoría de TRANSITO T1. Por lo tanto, la tasa de crecimiento de tránsito a utilizar es del 2%.

Tabla 26.

*Tasas de crecimiento anual del tránsito*

Nivel de tránsito	Tasa de crecimiento
T1	2.0
T2	3.0

Fuente: manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito.

El tránsito futuro se puede calcular mediante la siguiente ecuación, la cual fue tomada del libro de ingeniería de pavimentos para Carreteras de Alfonso Montejo.

$$Tf = Ti * (1 + r)^n$$

Dónde:

Tf: Tránsito futuro

Ti: Tránsito inicial

r: Tasa de crecimiento anual del tránsito: se asume un valor del 2% para un caso en donde se da un crecimiento normal del tránsito.

n: Periodo de diseño: 20 años.

$$Tf = 336 \frac{veh}{dia} * (1 + 2\%)^{20} = 499 \frac{veh}{dia}$$

**Transito promedio diario de vehículos comerciales.** Ahora bien, se estimará El numero esperado de vehículos comerciales en ambas direcciones para el periodo de diseño, multiplicando el porcentaje de vehículos comerciales por el TPDS de diseño calculado anteriormente de 499 veh/ día y luego dividiéndolo entre 100.

$$\text{TPDVCDiseño} = \frac{\text{TPDdiseño} \times (\% \text{ de vehículos comerciales})}{100}$$

$$\text{TPDVCDiseño} = \frac{499 \times (8,6)}{100} = 43 \text{ vehiculos}$$

Es conveniente tener en cuenta que para efectos del dimensionamiento de un pavimento interesa solamente el tránsito que pasa por un carril, al que se denomina carril de diseño, que es aquel por el cual se espera que circulen el mayor volumen de vehículos pesados y para su determinación deben utilizarse los siguientes valores: (libro de ingeniería de pavimentos)

Tabla 27.

Porcentaje de vehículos pesados para el carril de diseño

<b>Número de carriles</b>	<b>Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño</b>
2	50
4	45
6+	40

Fuente: libro de ingeniería de pavimentos

Teniendo en cuenta que la vía es de dos carriles el porcentaje de vehículos pesados es del 50%, es decir que las cargas están repartidas en partes iguales para cada carril.

$$\text{TPDVC para el carril de diseño} = \text{TPDVC Diseño} \times (50\%)$$

$$\text{TPDVC para el carril de diseño} = 43 \times (50\%) = 22$$

El volumen de tránsito para un periodo de diseño de 20 años será:

$$\text{TPDVC periodo de diseño} = \text{TPDVC para el carril de diseño} \times 365 \times 20 \text{ años}$$

$$\text{TPDVC periodo de diseño} = 22 \times 365 \times 20 = 160600 \text{ vehículos comerciales}$$

## Conteo vehicular y estudio de tránsito para la carrera 15 entre calles 6 y7, Calle Escobar

*Determinación del tránsito existente.* Para la determinación del tránsito existente se realizaron conteos vehiculares representativos durante una semana, contando todos los vehículos que pasan por la calle en estudio (ambos carriles y direcciones), luego se calculó el Tránsito promedio diario, y se estableció el porcentaje de vehículos clase A, B y C. (ver apéndice G).

TPDs= 53 vehículos

Tabla 28.  
Conteo de tráfico para la calle Escobar

DIA	AUTOS	BUSES		CAMIONES	
	Veh. livianos	Busetas	Bus Grande	C2P	C2G
Lunes	30	11	2	4	14
Martes	28	13	2	4	12
Miércoles	27	14	4	4	14
Jueves	26	10	4	4	10
Viernes	26	14	4	4	14
Sábado	30	4	2	3	8
Domingo	22	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	189	66	18	23	72
<b>TOTAL/ 7 DIAS</b>	27	9	3	3	10
<b>% De Vehículos</b>	51,36%	17,93%	4,89%	6,25%	19,6%
	51,4%		22,8%		25,8%
<b>TPDS (vehículos)</b>	53				100%

Nota. La tabla muestra el tránsito promedio diario de vehículos obtenido de un conteo realizado durante una semana en la Calle Escobar, clasificado en autos, buses y camiones. Fuente. Pasante

**Proyección del tránsito.** Considerando que, al momento de realizar los conteos, la calle no se encontraba en buenas condiciones para transitar y que, en una sección de la vía, el tránsito de vehículos pesados se ve limitado por la pendiente y ancho que esta presenta, razón por la que se

tiene un TPD bajo al momento de diseñar, se consideraran las máxima tasas de crecimiento aquí mencionadas.

Con base en lo anterior se asume como tránsito generado de la nueva vía pavimentada un 25% del tránsito actual y Se elige usar un tránsito atraído de un 35% del tránsito actual.

$$T_{at} = 35\% (TA) = 0,35 * 53 = 19veh/dia$$

$$T_G = 25\% (TA) = 0,25 * 53 = 13veh/dia$$

$$T_i = T_E + T_{at} + T_G$$

$$T_i = 53 + 19 + 13 = 85 veh/día$$

El tránsito inicial se proyecta hacia el futuro una vez se ha establecido el periodo de diseño, que para este caso será de 20 años, para esto es necesario estimar la tasa anual de crecimiento del tránsito.

$$T_f = T_i * (1 + r)^n$$

Dónde:

Tf: Tránsito futuro

Ti: Tránsito inicial

r: r: Tasa de crecimiento anual del tránsito: se asume un valor del 2% para una categoría de tránsito T1, caso en donde se da un crecimiento normal del tránsito.

n: Periodo de diseño: 20 años.

$$T_f = T_i * (1 + r)^n$$

$$T_f = 85 * (1 + 2\%)^{20} = 126 veh/día$$

**Transito promedio diario de vehículos comerciales.** Ahora bien, se estimará El numero esperado de vehículos comerciales en ambas direcciones para el periodo de diseño, multiplicando el porcentaje de vehículos comerciales por el TPDS de diseño calculado anteriormente de 126 veh/ día y luego dividiéndolo entre 100.

Es conveniente tener en cuenta que para efectos del dimensionamiento de un pavimento interesa solamente el transito que pasa por un carril, al que se denomina carril de diseño, que es aquel por el cual se espera que circulen el mayor volumen de vehículos pesados y para su determinación deben utilizarse los siguientes valores: (libro de ingeniería de pavimentos)

$$\text{TPDVCDiseño} = \frac{\text{TPDdiseño} \times (\% \text{ de vehículos comerciales})}{100}$$

$$\text{TPDVCDiseño} = \frac{126 \times 25,8}{100} = 32 \text{ vehiculos}$$

Tabla 29.

Porcentaje de vehículos pesados para el carril de diseño

Número de carriles	Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño
2	50
4	45
6+	40

Fuente: libro de ingeniería de pavimentos

Teniendo en cuenta que la vía es de dos carriles el porcentaje de vehículos pesados es del 50%, es decir que las cargas están repartidas en partes iguales para cada carril.

$$\text{TPDVC para el carril de diseño} = \text{TPDVC Diseño} \times (50\%)$$

$$\text{TPDVC para el carril de diseño} = 32 * (50\%) = 16$$

El volumen de tránsito para un periodo de diseño de 20 años será:

$$\text{TPDVC periodo de diseño} = \text{TPDVC para el carril de diseño} \times 365 \times 20 \text{ años}$$

$$\text{TPDVC periodo de diseño} = 16 * 365 * 20 = 116800 \text{ vehículos comerciales}$$

**3.2.4 Analizar los resultados del estudio de suelo que aportará la empresa de servicios públicos de Ocaña ESPO S.A.** El estudio geotécnico para el diseño de la estructura de pavimento, el cual fue suministrado por parte de la empresa de servicios públicos de Ocaña ESPO S.A. “E.S.P”, fue realizado por el departamento de Geotécnica y laboratorio de materiales GEOTEC. A continuación, se describe de manera resumida el procedimiento y metodología utilizada para realizar este estudio, para consultar información más detallada del estudio geotécnico realizado para ambas vías. (Ver apéndice J).

La metodología del estudio Geotécnico realizado a cada una de las vías está basado en la recopilación y análisis de la información obtenida de la exploración del subsuelo mediante ensayos de campo de SPT, CBR de campo con penetrometro dinámico de cono PDC, Toma de Muestras inalteradas para CBR Tallado, Toma de muestras alteradas para pruebas físicas y de clasificación, además de los respectivos ensayos de laboratorio realizados a las muestras.

*Resultados del Estudio Geotécnico realizado por Geotec para la carrera 11B entre calles 6 y 8, Urbanización Central*

**Características geológicas del lote.** De acuerdo a los registros estratigráficos obtenidos en los sondeos y al levantamiento geológico realizado en campo, se confirmó la presencia de suelos cohesivos de origen sedimentario típicos de la Formación Algodonal (Tpa); concordando con las características geológicas predominantes en el área del proyecto. La descripción del perfil estratigráfico para el tramo en estudio puede resumirse en el siguiente cuadro.

PERFIL ESTRATIGRAFICO – SONDEO 1			
ABSCISA	PERFIL	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
K 0+045 LADO IZQUIERDO		0.44 m	Recebo - Arena arcilloso, con cantos de moderada calidad y tamaños menores a 1,2 cm; de color café amarillento con puntos blancos, de consistencia suelta, de baja plasticidad e índice de expansividad bajo, de regulares a buenas características como material de préstamo
		> 1.06 m	Subrasante - Arena arcillosa con mínimas gravillas, de color en húmedo café oscuro con vetas pardas, de consistencia media, de moderada plasticidad e índice de expansividad medio; de regulares a pobres características como suelo de soporte, dependiendo de su contenido de humedad

PERFIL ESTRATIGRAFICO – SONDEO 2			
ABSCISA	PERFIL	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
K 0+144 LADO IZQUIERDO		0.28 m	Recebo - Arena arcilloso, con cantos de moderada calidad y tamaños menores a 1,2 cm; de color café amarillento con puntos blancos, de consistencia suelta, de baja plasticidad e índice de expansividad bajo, de regulares a buenas características como material de préstamo
		> 1.22m	Subrasante - Arena arcillosa con mínimas gravillas, de color en húmedo café oscuro con vetas pardas, de consistencia media, de moderada plasticidad e índice de expansividad medio; de regulares a pobres características como suelo de soporte, dependiendo de su contenido de humedad

**Figura 55.** Perfil estratigráfico del tramo en estudio

Fuente: Estudio geotécnico para la vía, elaborado por el departamento de Geotécnica y laboratorio de materiales GEOTEC

**Características geotécnicas.** La capa de material de adición encontrada en algunos sectores del área en estudio; corresponde a un material de moderada capacidad de soporte que no cumple con las especificaciones mínimas para ser utilizada como Sub base o Base granular.

La capa areno arcillosas con gravillas, encontrada en la mayor parte del área de estudio corresponden a un suelo de moderada cohesión y deformabilidad media; por lo que se consideran materiales de regular a pobre comportamiento como suelo de subrasante dependiendo de su contenido de humedad y estado plástico.

**Morfo dinámica.** Las evidencias geológicas muestran la presencia de materiales areno arcillosos susceptibles de presentar expansiones y contracciones diferenciales según ganen o pierdan agua, por lo tanto, se pueden presentar asentamientos y abombamientos en grado moderado.

**Trabajo de Laboratorio.** A partir de la toma de muestras en cada uno de los sondeos, el departamento de geotecnia y laboratorio de materiales GEOTEC realizó los respectivos ensayos de laboratorio siguiendo los parámetros establecidos por el Instituto Nacional de Vías INVIAS y la Norma Colombiana Sismo Resistente NSR10. A continuación se presenta el resumen de los ensayos de laboratorio y de campo realizados

Tabla 30.  
*Resultados de laboratorio*

Sondeo	Capa	Espesor m	Wh %	Wl %	Wp %	Ip %	Granulometría		
							% Grava	% Arena	% Finos
SD-1	1 Recebo	0.44	14.21	28.74	21.03	7.71	22.12	58.78	19.10

K 0+045	2 Arena arcillosa	> 1.06	18.83	38.13	23.22	14.91	1.61	51.80	46.59
SD-2	1 Recebo	0.28	14.45	28.74	21.03	7.71	22.12	58.78	19.10
K 0+144	2 Arena arcillosa	> 1.22	17.15	36.84	22.61	14.23	2.66	57.12	40.21

Fuente: Geotec

Tabla 31.

*Resultados de laboratorio*

Sondeo	Tramo	Prof. M	Capa	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )		Expansión (%)	CBR (%) W Natural	CBR (%) Saturado
				W Natural	Saturado			
SD-1 K 0+025	1	0.50	3	1.626	1.611	2.0353	10.73	4.74
SD-2 K 0+273	1	0.15	2	1.609	1.605	2.1633	9.19	3.53

Fuente: Geotec

**Capacidad de soporte de la subrasante.** Para el análisis de capacidad portante, se tuvo en cuenta las características granulométricas y de plasticidad de suelos explorados; se determinó mediante la correlación del ensayo PDC con el CBR, además de los ensayos de CBR de laboratorio realizados a las muestras inalteradas tomadas en el tramo en estudio.

A continuación, se muestran los resultados de CBR obtenidos, para el tramo en estudio.

Tabla 32.

*Valores de CBR encontrados.*

Sondeo	fundidad (m)	Capa	CBR (%) PDC	CBR (%) W Natural	CBR (%) Saturado
<b>SD-1 K 0+045</b>	0.50	2	6.56	10.73	<b>4.74</b>
<b>SD-2 K 0+144</b>	<b>0.30</b>	<b>2</b>	<b>9.68</b>	<b>9.19</b>	<b>3.53</b>

Fuente: Geotec

La capacidad portante de los suelos de la subrasante en términos de CBR, en condiciones de humedad natural están entre 9.19% y 10.73%, y disminuyen a 3.53% y 4.74% en condiciones de saturación. Los valores obtenidos por el PDC muestran que la capacidad de soporte varía entre 6.56% y 9.68%. De acuerdo con los resultados del ensayo CBR en estado natural y sumergido, se identifica que los suelos de subrasante son susceptibles a la pérdida de un 55.8% a 61.6% de la resistencia por efectos de humedad, por lo que se recomienda que, para efectos de diseño de este tramo de vía en estudio, utilizar el valor de CBR sumergido de 3.53%, como condición crítica que se puede presentar en los suelos de subrasante auscultados.

**Módulo resiliente.** El módulo resiliente de la subrasante fue estimado en función de su CBR, mediante la siguiente correlación recomendada en tabla 5.2.12 de la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAS,  $Mr=130 \times CBR^{0.714}$  obteniendo los siguientes valores.

Tabla 33.  
Modulo residente según CBR de diseño

Sondeo	CBR DE DISEÑO (%)	Mr. Kg/cm <sup>2</sup>
<b>SD-1 K 0+045</b>	4.74	<b>394.91</b>
<b>SD-2 K 0+144</b>	<b>3.53</b>	<b>319.87</b>

Fuente: Geotec

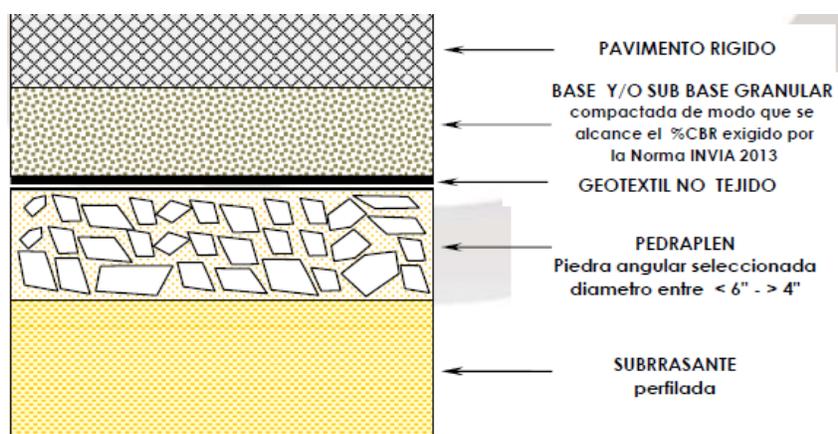
Teniendo en cuenta los resultados arrojados del estudio geotécnico realizado a la vía, el CBR de diseño utilizado para la el presente diseño de pavimento y su módulo resiliente fue:

$$\text{CBR DE DISEÑO} = 3.53\%$$

$$M_r = 319.87 \text{ Kg/cm}^2 = 31,36 \text{ Mpa}$$

Sin embargo, de acuerdo a las recomendaciones dadas en el estudio geotécnico es necesario realizar un mejoramiento a la subrasante, ya que esta es susceptible a la pérdida de un 55.8% a 61.6% de la resistencia por efectos de humedad.

**Mejoramiento de la Subrasante con reemplazo de piedra rajón.** De acuerdo a las condiciones geotécnicas se recomienda realizar un mejoramiento a la subrasante, debido a la presencia de suelos saturados, se deberá utilizar algún sistema de drenaje que permita controlar la humedad de la subrasante y evite la pérdida de resistencia de la misma por efecto del agua. En este caso será un predaplén que actuará como un filtro. Debe incluirse un geotextil no tejido de separación entre la Sub base granular y la capa de mejoramiento como se muestra en la figura.



**Figura 56.** Sección transversal del pavimento  
Fuente. Geotec

La resistencia producida por el material de rajón está dada por la fricción generada entre los materiales de esta, debido a la trabazón entre las partículas. La inclusión de esta capa dentro de la estructura permite obtener resistencias mecánicas adecuadas para el buen desempeño de la estructura. Los valores de capacidad portante equivalente utilizando este material se determina con base en el método Ivanov el cual ha sido validado en diferentes contextos de la ingeniería nacional e internacional (Guía de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C).

Este manual establece dos valores de espesor para el material rajón de 25 y 30 cm de espesor, se asumió un espesor de pedraplén de 30 cm, con base en esto, para trabajar el Método Ivanov. A continuación, se muestra el desarrollo del método para calcular el CBR equivalente de diseño al usar el material de rajón.

### **Método Ivanov para calcular el espesor del pedraplén**

$$h_1 = \frac{2a}{n} * \tan \left[ \frac{\left(1 - \frac{E_{inf}}{E_{equivalente}}\right)}{\frac{2}{\pi} * \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right)} \right] \text{ (Ecuación 1.)}$$

$$n = \left( \frac{E_{sup}}{E_{inf}} \right)^{\frac{1}{2.5}}$$

Dónde:

E equivalente: módulo equivalente de subrasante mejorada (Kg/cm<sup>2</sup>)

E inf: módulo de la subrasante (capa inferior) (Kg/cm<sup>2</sup>)

E sup: módulo de la capa superior (rajón) (Kg/cm<sup>2</sup>)

H1: espesor del pedraplén (capa superior) Cm

a: constante con valor igual a 15

El CBR de diseño de la subrasante es 3.53 %, por lo que según la correlación  $130 * CBR^{0,714}$  el módulo de elasticidad será:

$$M_r = E_{inf} = 130 * CBR^{0,714}$$

$$E_{inf} = 130 * 3,53^{0,714}$$

$$\mathbf{E_{inf} = 319,93 \text{ Kg/cm}^2}$$

El CBR del material de terraplén a utilizar en el mejoramiento tendrá un valor de 10%, por lo que según la correlación  $130 * CBR^{0,714}$ , el módulo equivalente será:

$$M_r = E_{sup} = 130 * CBR^{0,714}$$

$$E_{sup} = 130 * 10^{0,714}$$

$$\mathbf{E_{sup} = 672,88 \text{ Kg/cm}^2}$$

Según la fórmula de Ivanov, el valor de **a** es constante = 15, y el valor de **n** será:

$$n = \left( \frac{672,88}{319,93} \right)^{\frac{1}{2.5}} = 1.35$$

$$h_1 = \frac{2a}{n} * \tan \left[ \frac{\left( 1 - \frac{E_{inf}}{E_{equivalente}} \right)}{\frac{2}{\pi} * \left( 1 - \frac{1}{n^{3.5}} \right)} \right]$$

Despejando se tiene

$$\operatorname{tang}^{-1}\left(\frac{h1 * n}{2a}\right) = \left[ \frac{\left(1 - \frac{E \text{ inf}}{E \text{ equivalente}}\right)}{\frac{2}{\pi} * \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right)} \right]$$

$$\frac{h1 * n}{2a} = \frac{30 * 1,35}{2 * 15} = 1,35$$

Arco tangente en radianes (1,35) =  $53,47 * \pi / 180 = 0,933$

$$\frac{2}{\pi} * \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right) = \frac{2}{\pi} * \left(1 - \frac{1}{1,35^{3.5}}\right) = 0,414$$

Ahora:

$$0,933 = \frac{\left(1 - \frac{E \text{ inf}}{E \text{ equivalente}}\right)}{0,414}$$

$$0,933 * 0,414 = 1 - \frac{E \text{ inf}}{E \text{ equivalente}}$$

$$\frac{E \text{ inf}}{E \text{ equivalente}} = 1 - 0,39$$

E equivalente = E inf / 0,61 ; siendo **E inf = 319,93 Kg/cm<sup>2</sup>**

$$\mathbf{E \text{ equivalente} = 524,475 Kg/cm<sup>2</sup>}$$

$$E \text{ equivalente} = 130 * CBR^{0,714}$$

$$\mathbf{CBR = 7,05\%}$$

En la siguiente tabla se resume los datos obtenidos empleando el método Ivanov.

Tabla 34  
Resumen de cálculo del CBR mejorado por la metodología IVANOV

METODOLOGIA IVANOV		
$h1 = \frac{2a}{n} * \tan \left[ \frac{\left(1 - \frac{E inf}{E equivalente}\right)}{\frac{2}{\pi} * \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right)} \right] \quad n = \left(\frac{E sup}{E inf}\right)^{\frac{1}{2.5}}$		
CBR subrasante natural (%)	3,53%	
CBR de material de pedraplén	10%	
Constante a= 15 cm		
Espesor de pedraplén h1= 30 cm		
n= 1,35	Mr (kg/cm2)	CBR %
Módulo equivalente de subrasante ( <i>E inf</i> )	319,93	3,53
Módulo equivalente de la piedra rajón ( <i>E sup</i> )	672,88	10
Módulo equivalente de subrasante mejorada( <i>Ee</i> )	524,48	7,05

Fuente. Pasante del proyecto

**Resultados del Estudio Geotécnico realizado por Geotec para la carrera 15 entre calles 6 y7, Calle Escobar**

**Características geológicas del lote.** De acuerdo a los registros estratigráficos obtenidos en los sondeos y al levantamiento geológico realizado en campo, se confirmó la presencia de suelos cohesivos de origen sedimentario típicos de la Formación Algodonal (Tpa); concordando con las características geológicas predominantes en el área del proyecto. La descripción del perfil estratigráfico para el tramo en estudio puede resumirse en el siguiente cuadro.

PERFIL ESTRATIGRAFICO – SONDEO 1			
ABSCISA	PERFIL	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
K 0+018 LADO IZQUIERDO		0.25 metros	Recebo - Arena arcilloso, con cantos de moderada calidad y tamaños menores a 1,2 cm; de color café pardo con vetas grises y puntos blancos, de consistencia suelta, de moderada plasticidad e índice de expansividad medio, de regulares características como material de préstamo
		> 1.25 metros	Subrasante Arcillo arenosa con gravas y cantos dispersos, de color amarillo ladrillo con vetas grises y pardas, de consistencia blanda a media, de alta plasticidad e índice de expansividad alto. De regulares a pobres características como suelo de soporte debido a su comportamiento plástico, grado de deformabilidad, susceptibilidad a presentar expansiones y asentamientos diferenciales

PERFIL ESTRATIGRAFICO – SONDEO 2			
ABSCISA	PERFIL	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
K 0+075 LADO IZQUIERDO		0.24 metros	Recebo - Arena arcilloso, con cantos de moderada calidad y tamaños menores a 1,2 cm; de color café pardo con vetas grises y puntos blancos, de consistencia suelta, de moderada plasticidad e índice de expansividad medio, de regulares características como material de préstamo
		> 1.26 metros	Subrasante - Arena arcillosa con gravillas dispersas, de color café amarillento con vetas naranja y puntos blancos, de consistencia media, de moderada plasticidad e índice de expansividad medio. De regular a buen comportamiento como suelo de soporte, dependiendo de su contenido de humedad y estado plástico

**Figura 57. Perfil estratigráfico del tramo en estudio**

Fuente: Estudio geotécnico para la vía a diseñar elaborado por el departamento de Geotecnia y laboratorio de materiales GEOTEC

**Características geotécnicas.** De acuerdo a los sondeos realizados la capa de recebo estructural encontrada, corresponde a un material de calidad aceptable, que no cumple totalmente con las especificaciones mínimas físico mecánicas para ser utilizados como material de préstamo; por lo tanto, se recomienda ser retirada de perfil de soporte de la nueva estructura.

Las capas arena arcillosa con gravillas dispersas, encontradas en el área de estudio corresponde a un suelo cohesivo de moderada deformabilidad; por lo que se considera un material de regular comportamiento como suelo de subrasante debido a su contenido de humedad y estado plástico.

**Morfo dinámica.** En general el área en estudio no presenta asentamientos terrenos, ni procesos geodinámicas superficiales activos severos que puedan afectar directamente el tramo de vía en estudio.

**Trabajo de Laboratorio.** A partir de la toma de muestras en cada uno de los sondeos, el departamento de geotecnia y laboratorio de materiales GEOTEC realizó los respectivos ensayos de laboratorio siguiendo los parámetros establecidos por el Instituto Nacional de Vías INVIAS y la Norma Colombiana Sismo Resistente NSR10. A continuación se presenta el resumen de los ensayos de laboratorio y de campo realizados

**Tabla 35**  
**Ensayos de Laboratorio**

Sondeo	Capa	Espesor M	Wh %	Wl %	Wp %	Ip %	Granulometría		
							% Grava	% Arena	% Finos
SD-1 K 0+018	1 Recebo	0.25	17.81	35.53	22.10	13.43	13.81	56.44	29.75
	2 Arena arcillosa	> 1.25	25.62	39.32	21.76	17.56	13.39	49.68	36.92
SD-2 K 0+075	1 Recebo	0.24	15.93	36.26	21.35	14.91	11.57	65.91	22.51
	2 Arena arcillosa	> 1.26	21.42	36.89	20.93	15.97	7.63	57.49	34.88
Sondeo	Profundidad m	Capa	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )		Expansión (%)	CBR (%)	CBR (%)		
			W Natural	Saturado		W Natural	Saturado		
SD-1 K 0+018	0.30	2 Arena arcillosa	1.507	1.503	2.0105	7.41	3.20		
SD-2 K 0+075	0.30	2 Arena arcillosa	1.612	1.606	1.6321	10.90	5.03		

Fuente. Geotec.

**Capacidad de soporte de la subrasante.** Para el análisis de capacidad portante, se tuvo en cuenta las características granulométricas y de plasticidad de suelos explorados; se determinó mediante la correlación del ensayo PDC con el CBR, además de los ensayos de CBR de laboratorio realizados a las muestras inalteradas tomadas en el tramo en estudio.

A continuación, se muestran los resultados de CBR obtenidos, para el tramo de en estudio.

Tabla 36.  
Valores de CBR encontrados

Sondeo	Profundidad M	Capa	CBR (%) PDC	CBR (%) W Natural	CBR (%) Saturado
SD-1 K 0+018	0.30	2 Arena arcillosa	7.64	7.41	3.20
SD-2 K 0+075	0.30	2 Arena arcillosa	6.08	10.90	5.03

Fuente. Geotec

La capacidad portante de los suelos de la subrasante en términos de CBR, en condiciones de humedad natural varían entre 7.41% y 10.90%, y disminuyen a valores que varíen entre 3.20% a 5.03% en condiciones de saturación. Los valores obtenidos por el PDC muestran que la capacidad de soporte varía entre 6.08 y 7.64%.

De acuerdo con los resultados del ensayo CBR en estado natural y sumergido, se identifica que los suelos de subrasante son susceptibles a la pérdida de un 53.85% a 56.81% de la resistencia por efectos de humedad, por lo que se recomienda que, para efectos de diseño, utilizar los valores de CBR sumergido de 3.20%, como condición crítica que se puede presentar en los suelos de subrasante auscultados.

**Módulo resiliente.** El módulo resiliente de la subrasante ha sido estimado en función de su CBR, mediante la siguiente correlación  $Mr=130 \times CBR^{0.714}$  obteniendo los siguientes valores.

Tabla 37.

*Módulo resiliente de la subrasante para el CBR de diseño*

<b>Sondeo</b>	<b>CBR DE DISEÑO (%)</b>	<b>Mr. Kg/cm<sup>2</sup></b>
SD-1		
K 0+018	3.20	298.28
SD-2		
K 0+075	5.03	411.97

Fuente. Geotec

Teniendo en cuenta los resultados arrojados del estudio geotécnico realizado a la vía el CBR de diseño utilizado para la el presente diseño de pavimento y su módulo resiliente fue:

$$\text{CBR DE DISEÑO} = 3.20\%$$

$$\text{Mr.} = 298.28 \text{ Kg/cm}^2$$

**Realizar el diseño de la estructura de pavimento mediante la metodología definida.**

Para el diseño de la estructura de pavimento se emplearon LA METODOLOGÍA DE LA PCA 84 Y EL MÉTODO INVIAS. De tal manera que se tuvo en cuenta para el diseño, los parámetros establecidos en el Manual de diseño de Pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de transito- INVIAS, y del libro de Ingeniería de pavimentos para carreteras de Alfonso Montejo.

**Diseño de pavimento rígido por el Método INVIAS para la carrera 11B entre calles 6 y 8, Urbanización Central**

**Clasificación de la vía.** Teniendo en cuenta lo establecido en el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de transito- INVIAS, se

puede decir que la vía objeto de estudio, es una vía de ancho medio ya que el ancho de la sección por el cual circulan los vehículos se encuentra en un rango de 5 a 6 m.

De acuerdo con el TPDs obtenido del aforo vehicular realizado para esta vía, el cual es de 320 vehículos diarios, se estableció la categoría de tránsito de acuerdo a la clasificación hecha por el INVIAS para la selección de los espesores de pavimentos, la cual se encuentra en la siguiente tabla.

**Tabla 38.**  
*Categoría del tránsito para selección de espesores.*

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T <sub>0</sub>	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

Nota. La tabla permite clasificar el tránsito para una vía con base en el TPDs, obtenido de un conteo realizado durante una semana, de igual manera presenta un rango de ejes acumulados de 8,2 ton de acuerdo con el tránsito. Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito

Teniendo en cuenta el tránsito promedio diario semanal, se puede clasificar la vía con una categoría de tránsito T1.

**La Subrasante.** A partir de los parámetros establecidos en el manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías INVIAS, se tendrán cinco clases de suelo de subrasante, en la cual la clasificación se hace con base en la Relación de Soporte de California del suelo –CBR evaluada según la Norma INVE-148-07. Estos valores correlacionados con el Módulo de Reacción de la subrasante K. De acuerdo con la tabla que se presenta a continuación, la cual es tomada de dicho manual, la clase o

tipo de subrasante teniendo en cuenta un **CBR de diseño de 7,05 %**, corresponde a una clasificación de subrasante S3.

**Tabla 39,**  
*Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia*

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm <sup>2</sup> )
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 - 500
S3	5 - 10	500 - 1.000
S4	20 - 10	1.000 - 2.000
S5	> 20	> 2.000

**Nota.** La tabla muestra la clasificación de la subrasante de acuerdo a la Relación de Soporte de California del suelo –CBR. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

El módulo resiliente representa la capacidad de soporte de un pavimento bajo la aplicación de las cargas repetidas de los vehículos. El valor de dicho modulo fue estimado en función de su CBR, mediante la correlación  $Mr=130 \times CBR^{0.714}$  obteniendo el siguiente valor.  $Mr= 524,48$  kg/cm<sup>2</sup>, revisando la tabla anterior puede observarse que el módulo resiliente obtenido mediante la ecuación, corresponde a un rango de valores de CBR de entre 5% a 10%, que para efecto de ese diseño tiene un valor de 7,05%.

**Material de soporte para el pavimento.** Este material estará constituido de una base granular de 15 cm de espesor la cual permitirá mejorar la capacidad de soporte de la subrasante. Teniendo en cuenta que según el estudio geotécnico la capa de material encontrada en el área de estudio no cumple con las especificaciones mínimas para ser utilizada como Sub base o Base granular. El espesor de la base granular se escogió teniendo en cuenta lo establecido en el

Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías y en el literal G.2.7.5.2 del Ras 2000, el cual establece que la base granular para pavimentos en concreto debe tener como mínimo un espesor de 15 cm y su compactación debe llevarse a cabo con un rodillo liso de cinco toneladas de peso, dándole al menos 10 pasadas hasta lograr una compactación del 95% de la máxima densidad seca, obtenida del ensayo Proctor Modificado.

**Características del concreto para pavimentos.** El módulo de rotura del concreto es útil para el diseño de pavimentos rígidos, ya que las losas en concreto que componen la capa de rodadura trabajan principalmente a flexión, es por eso que en estos casos la calidad del concreto se especifica con el módulo de rotura.

Con el uso del acero en las juntas longitudinales y transversales de las losas del pavimento, también se brinda una mayor resistencia a la tensión del concreto ya que los dos materiales presentan buena adherencia de tal manera que no se presenta deslizamiento entre ellos, por lo tanto, se puede decir que el acero y el concreto actúan en conjunto para soportar las cargas.

**Módulo de rotura del concreto.** De acuerdo con el número de camiones por día, que para esta vía es 27 camiones, se podría usar un módulo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de 4 Mpa. Sin embargo se decidió diseñar con un módulo de rotura MR3 de 42 kg/cm<sup>2</sup> lo que es equivalente a 4,2 Mpa, para así garantizar una alta resistencia del concreto a utilizar y reducir el espesor de la losa.

**Tabla 40.**  
*Resistencia que debe alcanzar el concreto*

Calidad del Concreto	Número de camiones por día			
	> 300	150 - 300	25 - 150	< 25
A flexión (MPa)	4.5	4.2	4.0	3.8

Nota. La tabla muestra la resistencia a la flexión que puede alcanzar el concreto a los 28 días de acuerdo al número de camiones que pasan por la vía durante el día. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

**Tabla 41.**  
*Valores de resistencias a la flexo tracción del concreto (Módulo de rotura).*

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Nota. La tabla muestra el módulo de rotura del concreto para determinada resistencia a la flexión. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

**Cálculo del espesor de la losa de concreto.** La selección del espesor de la losa de pavimento se realizó seleccionando en primer lugar la categoría de tránsito para esta vía la cual corresponde a un T1, luego a partir de la capacidad de soporte de la subrasante se escogió el tipo de suelo el cual corresponde a un S3, considerando el uso de dovelas en las juntas, y elementos confinantes, los cuales el INVIAS los generaliza como bermas. A continuación, se escogió el tipo de suelo de soporte para el pavimento el cual estará constituido de una base granular BG y por último se escoge la calidad del concreto utilizado, para este caso MR3= 4,2 Mpa, en la casilla donde coinciden las variables definidas anteriormente, se obtiene el espesor en centímetros que debe tener la losa, el cual es de 19 cm.

**Tabla 42.**

**Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T1 como factor principal**

		ESPEORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																			
		Tránsito T1																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1		24	28		23	27	23	27	21	25	21	25	21	24	21	24	20	23	20	23
	MR2		23	27		22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23
	MR3		22	26		22	25	22	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		20	25		21	24	21	24	19	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BG	MR1		23	26		22	26	22	26	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
	MR2		22	26		22	25	22	25	20	23	20	23	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3		21	25		21	24	21	24	19	23	19	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		20	24		20	23	20	23	18	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BEC	MR1		20	23		20	23	20	23	18	21	18	21	18	21	18	21	18	20	18	20
	MR2		19	22		19	22	19	22	18	20	18	20	17	20	18	20	17	20	18	19
	MR3		19	22		18	21	19	21	17	20	18	20	17	19	18	19	16	19	18	19
	MR4		19	21		17	20	19	20	16	19	18	19	16	18	18	19	15	18	18	18

**Nota.** La tabla permite obtener de manera rápida el espesor de las losas del pavimento teniendo en cuenta como factor principal la categoría de tránsito T1. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

Con el fin de controlar los esfuerzos a los que se encuentra expuesta la estructura de pavimento se tiene en cuenta en este diseño la construcción de juntas longitudinales y transversales, dejándose el ancho de las losas igual que el ancho del carril, y su longitud de 4m para garantizar que cumpla con la relación l/a, el cual debe estar en un rango entre 1 y 1.3. Para este diseño solo se tendrá acero en las dovelas, en las barras de anclaje, y en los bordillos.

De acuerdo con el manual del INVIAS, El acero usado para las dovelas en las juntas transversales debe ser liso y con diámetros de más de 15 mm y el de las barras de anclajes es corrugado y con diámetros menores a los 15 mm. Tomando como referencia los datos de la tabla para un espesor de pavimento de 19 cm ó 190mm, el diámetro del pasador a utilizar sería de 1 pulg

**Tabla 43.**

*Recomendación para la selección de los pasadores de carga*

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada		
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 - 200	25	1	350	300
210 - 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

**Nota.** La tabla permite establecer el diámetro, longitud y separación de los pasadores a utilizar de acuerdo al espesor de la losa del pavimento. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

**Diseño de pavimento rígido por el Método INVIAS para la carrera 15 entre calles 6 y7, Calle Escobar.** De acuerdo al TPDs para esta vía, el cual es de 53 vehículos diarios, se estableció la categoría de tránsito de acuerdo a la clasificación hecha por el INVIAS para la selección de los espesores de pavimentos, la cual se encuentra en la siguiente tabla.

**Tabla 44.**

*Categoría del tránsito para selección de espesores.*

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T <sub>0</sub>	(Vt) - (E)	0 a 200	< 1'000.000
T1	(Vs) - (M ó A) - (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) - (A) - (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T3	(Vp) - (A) - (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T4	(Vp) - (A) - (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T5	(Vp) - (A) - (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T6	(Vp) - (A) - (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

**Nota.** La tabla permite clasificar el tránsito para una vía con base en el TPDs, obtenido de un conteo realizado durante una semana, de igual manera presenta un rango de ejes acumulados de 8,2 ton de acuerdo con el tránsito. Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito

Teniendo en cuenta el transito promedio diario semanal, se puede clasificar la vía con una categoría de tránsito T<sub>0</sub>.

**La Subrasante.** A partir de los parámetros establecidos en el manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías INVIAS, se tendrán cinco clases de suelo de subrasante, en la cual la clasificación se hace con base en la Relación de Soporte de California del suelo –CBR evaluada según la Norma INVE-148-07 estos valores correlacionados con el Módulo de Reacción de la subrasante K. De acuerdo con la tabla que se presenta a continuación, la cual es tomada de dicho manual, la clase o tipo de subrasante teniendo en cuenta un CBR de diseño de 3,20%, corresponde a una clasificación de subrasante S2.

**Tabla 45.**  
*Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia*

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm <sup>2</sup> )
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

**Nota.** La tabla muestra la clasificación de la subrasante de acuerdo a la Relación de Soporte de California del suelo –CBR Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

**Material de soporte para el pavimento.** Este material estará constituido de una base granular de 15 cm de espesor la cual permitirá mejorar la capacidad de soporte de la subrasante. Teniendo en cuenta que según el estudio geotécnico la capa de material encontrada en el área de estudio no cumple con las especificaciones mínimas para ser utilizada como Sub base o Base granular. El espesor de la base granular se escogió teniendo en cuenta lo establecido en el Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías y en el literal G.2.7.5.2 del Ras 2000, el cual establece que la base

granular para pavimentos en concreto debe tener como mínimo un espesor de 15 cm y su compactación debe llevarse a cabo con un rodillo liso de cinco toneladas de peso, dándole al menos 10 pasadas hasta lograr una compactación del 95% de la máxima densidad seca, obtenida del ensayo Proctor Modificado

### Características del concreto para pavimentos.

**Módulo de rotura del concreto.** De acuerdo al número de camiones por día, que para esta vía es 13 camiones clasificados como C2P y C2G, se podría utilizar un módulo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de 3.8 Mpa, sin embargo teniendo en cuenta lo consignado en el título G del Ras 2000 numeral G.2.7.1 como criterios básicos para pavimentos con cemento portland y adoquinados que resulten como consecuencia de trabajos de instalación de tuberías, específicamente en el literal G.2.7.8 se establece que la resistencia a la flexión del concreto a utilizar debe ser como mínimo 40 Kg/cm<sup>2</sup>, bajo este argumento se decidió diseñar con un módulo de rotura de 42 kg/cm<sup>2</sup> lo que es equivalente a 4,2 Mpa, para así garantizar una alta resistencia del concreto a utilizar y reducir el espesor de la losa.

**Tabla 46.**

*Resistencia que debe alcanzar el concreto*

Calidad del Concreto	Número de camiones por día			
	> 300	150 -300	25 - 150	< 25
A flexión (MPa)	4,5	4,2	4,0	3,8

Nota. La tabla muestra la resistencia a la flexión que puede alcanzar el concreto a los 28 días de acuerdo con el número de camiones que pasan por la vía durante el día. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

**Tabla 47.**

Valores de resistencias a la flexo tracción del concreto (Módulo de rotura).

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Nota. La tabla muestra el módulo de rotura del concreto para determinada resistencia a la flexión. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

**Cálculo del espesor de la losa de concreto.** La selección del espesor de la losa de pavimento se realizó seleccionando en primer lugar la categoría de tránsito para esta vía la cual corresponde a un T0, luego a partir de la capacidad de soporte de la subrasante se escogió el tipo de suelo el cual corresponde a un S2, considerando el uso de dovelas en las juntas, y elementos confinantes, los cuales el INVIAS los generaliza como bermas. A continuación, se escogió el tipo de suelo de soporte para el pavimento el cual estará constituido de una base granular BG de 15 cm y por último se escoge la calidad del concreto utilizado, para este caso MR3= 4,2 Mpa, en la casilla donde coinciden las variables definidas anteriormente, se obtiene el espesor en centímetros que debe tener la losa el cual es de 20 cm.

**Tabla 48**

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T0 como factor principal

		ESPEORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																			
		Tránsito T0																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	24	28	23	27	23	27	23	27	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
	MR2	23	27	22	26	22	26	22	26	20	24	20	24	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3	23	26	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4	21	24	20	24	20	24	19	22	19	22	18	21	18	21	18	21	18	21	18	21
BG	MR1	23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22
	MR2	22	25	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR3	21	24	20	24	20	24	29	22	19	22	19	22	19	22	19	22	18	21	18	21
	MR4	20	23	19	23	19	23	28	21	18	21	18	21	18	21	18	21	17	20	18	20
BEC	MR1	20	23	19	22	19	22	18	21	18	21	18	20	18	20	17	20	17	20	17	20
	MR2	19	22	19	21	19	21	17	20	17	20	17	20	17	20	17	19	17	19	17	19
	MR3	18	21	18	21	18	21	17	19	17	19	16	19	17	19	16	19	17	19	16	19
	MR4	18	20	17	20	18	20	16	19	17	19	16	18	17	18	15	18	17	18	17	18

Nota. La tabla permite obtener de manera rápida el espesor de las losas del pavimento teniendo en cuenta como factor principal la categoría de tránsito T0. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

Con el fin de controlar los esfuerzos a los que se encuentra expuesta la estructura de pavimento se tiene en cuenta en este diseño la construcción de juntas longitudinales y transversales, dejándose el ancho de las losas igual que el ancho del carril, y su longitud de 3m para garantizar que cumpla con la relación  $l/a$ , el cual debe estar en un rango entre 1 y 1.3.

Para este diseño al igual que para la Urbanización central, solo se tendrá acero en las dovelas, en las barras de anclaje, y en los bordillos. De acuerdo con el manual del INVIAS, El acero usado para las dovelas en las juntas transversales debe ser liso y con diámetros de más de 15 mm y el de las barras de anclajes es corrugado y con diámetros menores a los 15 mm. Tomando como referencia los datos de la tabla para un espesor de pavimento de 20 cm ó 200mm, el diámetro del pasador a utilizar sería de 1 pulg

**Tabla 49**  
*Recomendación para la selección de los pasadores de carga*

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada		
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 - 200	25	1	350	300
210 - 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

**Nota.** La tabla permite establecer el diámetro, longitud y separación de los pasadores a utilizar de acuerdo al espesor de la losa del pavimento. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

**Diseño de pavimento rígido por la PCA 84.** Una de las razones por la que se decidió realizar el diseño de pavimento por la PCA es porque esta metodología es aplicable para cualquier tipo de pavimento rígido, además de esto, tiene en cuenta varias consideraciones como lo son el uso de pasadores de transferencia de cargas en las juntas, el uso de elementos confinantes que aportan mayor estabilidad a las losas y dos criterios importantes que se describen a continuación:

- Fatiga, para proteger al pavimento contra la acción de los esfuerzos producidos por la acción repetida de las cargas.
- Erosión, para limitar los efectos de la deflexión del pavimento en los bordes de las losas, juntas y esquinas, y controlar así la erosión de la fundación y de los materiales de las bermas.

Este criterio de erosión es necesario, puesto que algunas formas de falla del pavimento tales como el bombeo, el desnivel entre losas y el deterioro de las bermas, son independientes de la fatiga. (Montejo, 2010)

**Factores de diseño.** Para el diseño de ambas vías, se decidió escoger un pavimento rígido con varillas de transferencia de carga, ya que estas evitan el desplazamiento vertical entre losas, se escogió tomar como material de soporte una subbase granular. Habiéndose definido esto el espesor de diseño se determinó en base a los factores que se mencionan a continuación:

**Tabla 50***Factores de diseño- método PCA 84*

Factores de Diseño	Calle Escobar	Urbanización Central
Resistencia del hormigón a la flexión (MR)	4.2 Mpa	4.2 Mpa
CBR de diseño	3,20%	7,05%
Periodo de diseño n (años)	20	20
Espesor de Subbase granular	15	20
Ancho de carril (valor más cercano) (mts)	3,35	3,05

Fuente. Pasante del proyecto

**Distribución de cargas por eje y número de repeticiones esperadas.** Debido a que no se contaba con un espectro de cargas por eje, para poder realizar los diseños por la Metodología PCA 84, la cual contempla los criterios de diseño por fatiga y erosión, se recurrió a hacer uso de las tablas 1-16 y 1-17 del Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías, Las cuales son el resultado de un estudio realizado sobre la distribución de cargas por eje para mil camiones en función del TPDS en las diferentes estaciones de pesaje a cargo del INVIAS.

Para la obtención del número de repeticiones esperadas en el carril de diseño, debe tenerse en cuenta el tránsito de vehículos comerciales para el periodo de diseño. Estos datos aparecen representados en las tablas que se presentan a continuación, y resultan de multiplicar el TPDVC para el carril de diseño durante el periodo de diseño por el número de ejes por cada mil camiones y luego dividir este valor entre mil.

Tabla 51

*Distribución de cargas para el eje sencillo por cada mil camiones para diferentes categorías de tránsito*

Eje sencillo KN	Ejes por 1.000 camiones - TPDS					
	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000	5000-10000	mas de 10000
19.6	43	42				
21.56			39	37		
23.52					38	41
29.4	369	367				
32.34			334	320		
35.28					330	352
39.2	404	403				
43.12			379	368		
47.04					376	393
49	226	229				
53.9			257	268		
58.8					260	241
58.8	119	119				
64.68			132	138		
70.56					133	124
68.6	73	72				
75.46			69	67		
82.32					68	71
78.4	69	84				
86.24			63	61		
94.08					62	66
88.2	84	84				
97.02			76	73		
105.84					75	80
98	83	83				
107.8			76	72		
117.6					74	80
107.8	116	116				
118.58			105	101		
129.36					104	111
117.6	121	121				
129.36			110	105		
141.12					108	116
127.4	103	103				
140.14			93	89		
152.88					92	98
137.2	50	50				
150.92			46	44		
164.64					45	48
147	19	19				
161.7			17	17		
176.4					17	18

Nota. La tabla muestra el registro de cargas por eje simple obtenido de un estudio realizado para cada mil camiones en diferentes estaciones de pesaje. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

**Tabla 52**

*Distribución de cargas para el eje tándem por cada mil camiones para diferentes categorías de tránsito*

Eje sencillo KN	Ejes por 1.000 camiones - TPDS					
	0-500	500-1000	1000-2500	2500-5000	5000-10000	mas de 10000
58.8	2	2				
64.68			4	5		
70.56					5	3
78.4	8	8				
86.24			17	21		
94.08					19	13
98	6	6				
107.8			11	14		
117.6					13	9
117.6	6	6				
129.36			12	16		
141.12					14	10
137.2	7	7				
150.92			13	16		
164.64					15	11
156.8	7	7				
172.48			13	17		
188.16					15	11
176.4	9	9				
194.04			18	23		
211.68					21	15
196	14	15				
215.6			30	38		
235.2					34	24
215.6	27	29				
237.16			55	67		
258.72					60	42
235.2	20	21				
258.72			37	44		
282.24					39	28
254.8	6	7				
280.28			12	14		
305.76					12	8
274.4	1	2				
301.84			4	5		
329.28					4	2
294	1	1				
323.4			2	2		
352.8					2	1

Nota. La tabla muestra el registro de cargas por eje tándem obtenido de un estudio realizado para cada mil camiones en diferentes estaciones de pesaje Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

**Tabla 53 .***Cargas por eje para el diseño de pavimento de la carrera 11B de la Urbanización Central*

N° de ejes por cada		
Cargas por eje	mil	N° de repeticiones esperadas
ejes simples		
19,6	43	6906
29,4	369	59261
39,2	404	64882
49	226	36296
58,8	119	19111
68,6	73	11724
78,4	69	11081
88,2	84	13490
98	83	13330
107,8	116	18630
117,6	121	19433
127,4	103	16542
137,2	50	8030
147	19	3051
ejes tándem		
58,8	2	321
78,4	8	1285
98	6	964
117,6	6	964
137,2	7	1124
156,8	7	1124
176,4	9	1445
196	14	2248
215,6	27	4336
235,2	20	3212
254,8	6	964
274,4	1	161
294	1	161

**Nota.** La tabla muestra las cargas por ejes y repeticiones esperadas en el carril de diseño y durante el periodo de diseño para la carrera 11B de la Urbanización Central, basada en la información contenida en el manual de pavimentos rígidos del INVIAS. Fuente. Pasante del proyecto

**Tabla 54**  
**Cargas por eje y Numero de repeticiones esperadas para la calle Escobar**

N° de ejes por cada		
Cargas por eje	mil	N° de repeticiones esperadas
ejes simples		
19,6	43	5022
29,4	369	43099
39,2	404	47187
49	226	26397
58,8	119	13899
68,6	73	8526
78,4	69	8059
88,2	84	9811
98	83	9694
107,8	116	13549
117,6	121	14133
127,4	103	12030
137,2	50	5840
147	19	2219
ejes tándem		
58,8	2	234
78,4	8	934
98	6	701
117,6	6	701
137,2	7	818
156,8	7	818
176,4	9	1051
196	14	1635
215,6	27	3154
235,2	20	2336
254,8	6	701
274,4	1	117
294	1	117

Nota. La tabla muestra las cargas por ejes y repeticiones esperadas en el carril de diseño y durante el periodo de diseño para la Cra 15 de la Calle Escobar, basada en la información contenida en el manual de pavimentos rígidos del INVIAS. Fuente. Pasante del proyecto

**Procedimiento de diseño.** Para simplificar el procedimiento de diseño del pavimento se utilizó el programa PCA cálculo, el cual permitió obtener de forma sistematizada los resultados del diseño y eliminar el uso de graficas del método de diseño de la PCA 84.

PCA Cálculo es un software académico de uso libre, desarrollado por el Ing. Jefferson Castro y el Ing. Armando Orobio, quienes pertenecen al grupo de investigación aplicada en construcción- GRUA de la Universidad del Valle. Este software permite calcular el espesor de la losa del pavimento, a partir de datos generales del proyecto como los son: los datos del tránsito, la resistencia a la flexión del concreto y las características del suelo, de igual manera arroja el valor del conjunto subrasante - súbbase y recomienda la longitud y separación de las barras de anclaje y pasadores de carga.

Para llevar a cabo este procedimiento de diseño, previamente se seleccionó el sistema de unidades con el que se desea trabajar, escogiéndose el SI, luego se introdujeron los siguientes datos generales del proyecto de pavimentación para la Cra 11B de la Urbanización central.

- Periodo de diseño= 20 años
- Espesor de losa supuesto= 180 mm
- módulo de rotura del concreto= 4,2 Mpa
- CBR de diseño=7,05
- Espesor de subbase= 200 mm

Además de esto se seleccionaron los criterios de uso de dovelas y bermas, la opción de correlacionar el CBR para obtener el módulo del conjunto K y las características de la subbase. Continuando con los datos del tránsito, se tomó el factor de seguridad igual a 1 y se introdujeron las cargas por ejes y repeticiones esperadas, las cuales fueron calculadas con anterioridad. Por último se escogieron el ancho de carril y diámetro de las barras.

En la siguiente figura se pueden observar los datos resultantes de las iteraciones que realiza el programa teniendo en cuenta los datos suministrados, el análisis aparece en la parte derecha de la figura.

The screenshot shows the PCalculo software interface with three main panels: Datos generales, Tránsito, and Análisis.

**Datos generales:**

- Proyecto: Pavimentacion para la cra 11B, Urbanizacion c
- Descripción: Diseño de pavimento
- Período de diseño: 20 años
- Espesor de la losa: 180 mm
- Módulo de rotura: 4.2 MPa
- Dovelas:  Si  No
- Bermas:  Si  No
- Módulo de reacción de la subrasante (K):
  - Subrasante:  Ingreso directo  Correlación con CBR
  - K = CBR = 7.05
- Subbase
  - Espesor: 200 mm
  - Sin tratar  Tratada con cemento

**Tránsito:**

- Factor de seguridad: 1.0
- Tipo de Ejes: Ejes Simples
- Ejes Simples kN table:

Carga	Repeticiones
19.6000	6906
29.4000	59261
39.2000	64882
49	36296
58.8000	19111
68.6000	11724
78.4000	11081
88.2000	13490
98	13330
107.8000	18630
117.6000	19433
127.4000	16542
137.2000	8030

**Análisis:**

- Calcular
- Espesor de losa: 180 mm
- Módulo de rotura: 4.2 MPa
- K del conjunto: 61 MPa/m
- Período de diseño: 20 años
- Porcentaje de fatiga: 83.15
- Porcentaje de erosión: 10.79
- Recomendación para barras de anclaje:
  - Longitud: 100 cm
  - Separación entre barras: 120 cm
- Recomendación para pasadores (fy=60 ksi):
  - Longitud: 35 cm
  - Separación entre barras: 30 cm
  - Diámetro de barras: 2.22 cm
- Análisis de sensibilidad
- Guardar, Abrir, TXT, Salir

Sistema de unidades:  SI  Inglés

**Figura 58. Diseño de pavimento rígido para la carrera 11B de la Urbanización Central**  
Fuente. Pasante del proyecto

Como puede verse en la figura, el porcentaje de fatiga es de 83,15% y el porcentaje a la erosión es de 10,79% dándose un máximo consumo del pavimento a la fatiga y cumpliendo con no sobrepasar el 100%.

El procedimiento de diseño por el método de la PCA 84 utilizado para el proyecto de pavimentación de la carrera 15 entre calles 6 y7, Calle Escobar, es el mismo que el usado para la Urbanización central, variando solo en los datos Básicos de diseño, como lo son los datos de cargas por ejes, capacidad portante del suelo, y ancho de carril. Los criterios seleccionados de igual forma fue el de uso de dovelas y bermas, la opción de correlacionar el CBR para obtener el módulo del conjunto K y las características de la subbase. Los datos suministrados por el diseñador son los siguientes:

- Periodo de diseño= 20 años
- Espesor de losa supuesto= 190 mm
- módulo de rotura del concreto= 4,2 Mpa
- CBR de diseño=3,2
- Espesor de subbase= 150 mm
- Factor de seguridad
- Cargas por eje y repeticiones esperadas

En la siguiente figura se muestra el análisis realizado por el programa, el cual calcula el espesor de la losa teniendo en cuenta los criterios de fatiga y erosión, arrojando un porcentaje de consumo de fatiga de 66, 94% y de erosión de un 10,96%. Cumpliendo de esta manera con la condición en que estos no deben sobrepasar el 100%. De igual forma el programa también arroja

el módulo del conjunto subrasante - subbase, a partir del CBR de diseño, el cual tiene un valor de  $K$  del conjunto=39 MPa/m y recomienda la longitud y separación de las barras de anclaje y de transferencia de cargas.

**Datos generales**

Proyecto:

Descripción:

Período de diseño:  años

Espesor de la losa:  mm

Módulo de rotura:  MPa

Dovelas:  Sí  No

Bermas:  Sí  No

**Módulo de reacción de la subrasante (K)**

Subrasante

Ingreso directo

Correlación con CBR

K =

Subbase

Espesor:  mm

Sin tratar  Tratada con cemento

**Tránsito**

Factor de seguridad:

Tipo de Ejes:

**Ejes Simples kN**

Carga	Repeticiones
19.6000	5022
29.4000	43099
39.2000	47187
49	26397
58.8000	13899
68.6000	8526
78.4000	8059
88.2000	9811
98	9694
107.8000	13549
117.6000	14133
127.4000	12030
137.2000	5840

**Barros de anclaje**

Diámetro de barra:  in

Acero (fy):  MPa

Ancho de carril:  m

**Análisis**

Espesor de losa:  mm

Módulo de rotura:  MPa

K del conjunto:  MPa/m

Período de diseño:  años

**Porcentaje de fatiga**

**Porcentaje de erosión**

**Recomendación para barras de anclaje:**

Longitud:  cm

Separación entre barras:  cm

**Recomendación para pasadores (fy=60 ksi):**

Longitud:  cm

Separación entre barras:  cm

Diámetro de barras:  cm

Sistema de unidades:  SI  Inglés

**Figura 59. Diseño de pavimento rígido para la carrera 15 entre calles 6 y7, Calle Escobar**  
Fuente. Pasante del proyecto

**Diseño de Juntas y losas.** Las juntas forman parte importante en el diseño del pavimento ya que ellas permiten controlar esfuerzos en las losas de concreto debido a las cargas de tránsito que soportan, además, ayudan a controlar esfuerzos que se presentan por los cambios de temperatura, dilatación y contracción del concreto.

**Juntas longitudinales de construcción.** Para efecto de este diseño se tendrán juntas longitudinales de construcción, las cuales al ser dotadas con barras de anclaje evitarán el desplazamiento de las losas de un carril a otro.

De los datos arrojados por el programa se tiene que para ambas vías el diámetro de las barras de anclaje a utilizar es de 5/8", varilla corrugada con una longitud de 1m, separados cada 1,20 m. Verificando este dato con el de la siguiente tabla se puede ver que coincide con la longitud y separación entre barras.

**Tabla 55. Recomendación para las barras de anclaje**

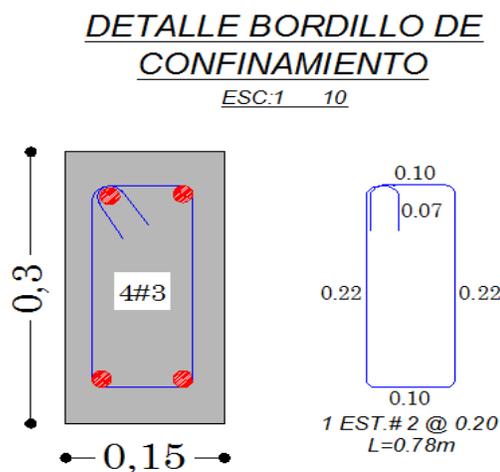
Espesor de losa (mm)	Barras de $\phi$ 9,5 mm (3/8")			Barras de $\phi$ 12,7 mm (1/2")			Barras de $\phi$ 15,9 mm (5/8")					
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
<b>Acero de <math>f_y = 187,5</math> MPa (40.000 psi)</b>												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,60	1,20	1,20	1,20	0,70	1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,80	0,55	0,50		1,05	1,00	0,90		1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
<b>Acero de <math>f_y = 280</math> MPa (60.000 psi)</b>												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Nota. La tabla recomienda la longitud y separación de las barras de anclaje, teniendo en cuenta el espesor de la losa y el diámetro de la barra a utilizar. Fuente: Manual de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, del Instituto Nacional de vías.

**Juntas transversales.** Estas juntas se realizan con el propósito de evitar fisuras en las losas de concreto por alabeo y por contracción, si se desea pueden ser reforzadas con pasadores de

transferencia de carga (dovelas), para los diseños propuestos se contempla el uso de ellas, revisando los datos obtenidos con el programa, para ambas vías, el diámetro de la barra lisa a utilizar es de 1" con longitud de 35 cm y separación entre barras de 30 cm. Se puede ver que estos diámetros coinciden para ambas calles, ya que la diferencia en el espesor de las losas es de 1 cm.

**Bordillo en concreto reforzado.** Este elemento es necesario para el confinamiento del pavimento



**Figura 60. Detalle del bordillo de confinamiento**  
Fuente. Pasante del proyecto

Una vez realizados los diseños tanto por el método de la PCA 84 y el método INVIAS, las condiciones para la estructura de pavimento varían. De acuerdo con las variables de diseño se obtuvieron los espesores de las capas que se comparan en las siguientes tablas.

**Tabla 56****Comparativo de métodos utilizados para el diseño de pavimento rígido – Calle Escobar**

Diseño de pavimento rígido para la Carrera 11B de la Urbanización Central		
	METODO INVIAS	METODO PCA 84
Espesor de la losa	19 cm	18 cm
subbase granular	15 cm	20 cm
subrasante:	Mejorada con Rajón	Mejorada con Rajón

Fuente. Pasante del proyecto

**Tabla 57****Comparativo de métodos utilizados para el diseño de pavimento rígido- Calle Escobar**

Diseño de pavimento rígido para la Carrera 15 de la Calle Escobar		
	METODO INVIAS	METODO PCA 84
Espesor de la losa	20	19
subbase granular	15 cm	15 cm

Fuente. Pasante del proyecto

**Elaborar los Planos del perfil, sección típica, distribución de losas y refuerzos de la estructura de Pavimento.** Como documentos anexos a los diseños de pavimentos propuestos se realizaron los planos de sección transversal, distribución de losas, elemento de confinamiento y refuerzo en las juntas transversales y longitudinales de las losas de pavimento, tanto para para la Urbanización Central, como para la Calle Escobar. (Ver apéndice K)

**3.2. Elaborar el presupuesto para la construcción del pavimento en concreto hidráulico con base en los diseños propuestos a fin de aportar una alternativa favorable en cuanto a aspectos técnicos y económicos.**

**3.2.1. Elaborar las memorias de cálculo de cantidades de acuerdo con el diseño planteado y la geometría de la vía existente.** Se tomaron medidas en campo de longitud y ancho de vías para posteriormente verificar con el absisado dado por la topografía, en base a

estas mediciones y los espesores de las capas del pavimento obtenidos de los diseños, se calcularon las cantidades de demolición de pavimento existente, excavaciones, retiro de material sobrante, volumen de capas de base y pedraplén, y volumen de concretos.

**3.2.2. Realizar los análisis de precios unitarios de cada actividad.** Para la elaboración de los Análisis de precios unitarios, se hizo uso de los APU desarrollados por el INVIAS para el municipio de Ocaña actualizados a la fecha del año 2017 y la revista construprecios 2017, tomando los rendimientos contenidos en estos, adaptando esta información a los APU requeridos para desarrollar el presupuesto para los diseños de pavimentos propuestos. De igual manera se realizó el análisis de mercado para actualizar los precios de materiales y equipos disponibles en el municipio de Ocaña. (Ver apéndice L)

Una vez definida la Estructura de desglose de trabajo para la construcción del pavimento en concreto hidráulico, se realizó una lista de materiales y equipos a utilizar en cada una de las actividades planteadas. Los materiales fueron cotizados en 3 Ferreterías del municipio las cuales fueron: Ferretería Silva Gómez, Ferretería Agro materiales la 13, y ferretería la Rotina. Los materiales que no estuvieron disponibles en estas ferreterías se cotizaron con otro proveedor.

Los materiales granulares se cotizaron en la trituradora guayabal, trituradora MTA, consultando además los precios establecidos en la revista construprecios para estos materiales.

Los equipos fueron cotizados en la constructora RE-INGENIERIAS y el laboratorio de suelos y concretos, además se consultaron los precios de equipos contenidos en el construprecios.

Para estimar el valor de la mano de obra se calculó el salario para cada uno de los trabajadores teniendo en cuenta su grado de especialización y el valor del SMMLV incluyendo el auxilio de transporte establecido por ley para el año 2017 mediante el Decreto 2209 del 30 de Diciembre del 2016, en el cual se fija como salario mínimo legal mensual el valor de \$737.717, y el auxilio de transporte con un valor de \$83.140

**Prestaciones Sociales.** Además del salario ordinario que la ESPO S.A remunera a sus trabajadores los pagos adicionales que constituyen beneficios para los empleados son:

**Cesantías.** Tal y como se especifica en el literal 2.2.1.3.1 del Decreto 1072 de 2015 las cesantías corresponden a un salario mensual por cada año laborado o a su proporción en caso de un tiempo de labor inferior. Representan un aporte que la empresa hace al empleado para que este tenga un ahorro.

**Interés de Cesantía.** De acuerdo con el Art.2.2.1.3.4 del Decreto 1072 de 2015 el empleador debe reconocer y pagar intereses del 12% por concepto de saldo de cesantías, bien sea al terminar el año laborado o en fecha de retiro del trabajador.

**Prima de servicios.** Corresponde a 15 días de salario por semestre trabajado, es decir un mes de salario por año.

**Dotación.** De acuerdo con la ley 11 de 1984 en su artículo 7, el empleador entregara dotación a aquellos empleados que devenguen hasta 2 SMLV.

Los vestidos de trabajo como lo trata el artículo 230 del Código Sustantivo de Trabajo deben ser apropiados para la clase de labores que desempeñen los trabajadores.

### **Aportes a seguridad social**

**Aportes para salud.** Según lo establecido en Ley 1122 de 2007, en su Art. 12 la cuantía para el sistema de salud corresponde a un 12.5% del salario base, quedando distribuida para los asalariados de la siguiente manera:

8.5 % a cargo del empleador

4% estará a cargo del trabajador.

*Aporte para salud por parte de la ESPO S.A : 8.5%*

**Aportes para pensiones.** Considerando lo establecido en el decreto 4982 del año 2007 el aporte para pensión es un 16% del ingreso base de cotización, el cual se distribuye de la siguiente forma:

12 % a cargo del empleador.

4% asumido por el empleado.

*Aporte para pensiones por parte de la ESPO S.A : 12%*

**Aportes ARP.** De acuerdo con la ley 1562 de 2012 el valor de los riesgos profesionales va de acuerdo con la actividad que realice el trabajador y las afiliaciones será responsabilidad de la empresa y debe llevarlo a cabo el contratista. Teniendo en cuenta los valores de la tabla las actividades de construcción tendría un riesgo tipo V. con una tarifa de 6,96%

Tipo	Tarifa	Actividades
I	0.522%	Financieras, Trabajos de Oficina, Administrativos; centros Educativos, Restaurantes
II	1.044%	Algunos procesos manufactureros como la fabricación de tapetes, tejidos, confecciones y flores artificiales Almacenes por Departamentos, Algunas labores Agrícolas
III	2.436%	Algunos procesos manufactureros como la fabricación de agujas, alcoholes Artículos de cuero
IV	4.35%	Procesos manufactureros como fabricación de aceites, cervezas, vidrios, procesos de galvanización; transporte, servicios de vigilancia privada
V	6.96%	Areneras, manejo de asbesto, Bomberos, manejo de explosivos, construcción, Explotación petrolera

**Figura 61. Tipo de riesgo de acuerdo a la actividad**

**Fuente.** <https://www.miplanilla.com/contenido/independientes/0912-ley-1562-de-2012-ajustes-sistema-riesgos-laborales.aspx>

### **Aportes parafiscales**

**Aportes CCF.** El aporte a las cajas de compensación familiar por parte de la empresa corresponde al 4% del salario base de acuerdo a las ley 1607 de 2012.

**Aportes FIC SENA.** Corresponde al 3% del salario

**Auxilio de Transporte. 3%** De acuerdo con el Decreto 2209 del 30 de Diciembre del 2016, se fija el auxilio de transporte con un valor de en \$83.140 para el año 2017, para aquellos empleados que devenguen hasta 2 SMLV.

**Vacaciones.** Las vacaciones para los trabajadores corresponden a 15 días hábiles consecutivos de vacaciones remuneradas por cada año de servicios.

A continuación se muestra el análisis de las prestaciones, que por ley paga la ESPO a sus empleados, revisando la equivalencia de cada una de ellas, para determinar de esta manera el factor prestacional a usar en el cálculo del valor de la mano de obra.

**Tabla 58**  
*Análisis de precios de mano de obra.*

<b>Análisis de precios de mano de obra</b>		
<b>Salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV)</b>		<b>\$ 737.717</b>
<b>Concepto</b>	<b>Relación de calculo</b>	<b>Básico (%)</b>
Salario días trabajados	365(100/276)	132,25
<b>PRESTACIONES</b>		<b>25,57</b>
Cesantías	(1/12)*100 mensual	8,33
Interés cesantías	0,12(cesantías)	1,00
Primas de servicios	(1/12)*100 mensual	8,33
Dotación	costo dotación/smmlv*12	7,90
<b>APORTES A SEGURIDAD SOCIAL</b>		<b>27,46</b>
Aportes para Pensiones	12% empleador	12,00
Aporte para salud E.P.S	8,5% empleador	8,50
A.R.P	6,69% riesgo tipo V	6,96
<b>APORTES PARAFISCALES</b>		<b>7,00</b>
Aportes C.C.F	4% empleador	4,0
F.I.C	3% empleador	3
<b>OTROS CONCEPTOS</b>		<b>4,167</b>
Vacaciones	(0,5 meses/12)	4,167
<b>Recargo por prestaciones (%):</b>		<b>196,44</b>

Fuente: Pasante del proyecto

**3.2.3. Desarrollar el presupuesto de obra.** Se elaboró el presupuesto para la Calle Escobar y la carrera 11B de la Urbanización central, partiendo de los resultados obtenidos del método de diseño de la PCA84, para esto se realizó los análisis de precios unitarios de cada una

de las actividades, que se consideraron deberán ser ejecutadas en la construcción del pavimento rígido para ambas calles. Conociendo el valor del unitario y las cantidades de obra, se calculó el presupuesto como una propuesta técnica que implementa el uso de bordillos y pasadores de transferencias de cargas.(Ver apéndice L)

### **3.3. Elaborar un formato modelo para la presentación del informe mensual de supervisión de obra, que permita estandarizar el contenido y presentación de la información.**

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron las actividades que se presentan a continuación

**3.3.1. Revisar los parámetros de comunicación escrita contemplados en el manual de inducción y consulta de la ESPO S.A a tener en cuenta en la elaboración del formato de informe de supervisión.** A partir de la revisión de los parámetros de comunicación escrita contemplados en el manual de inducción y consulta de la ESPO S.A, y tomando como guía la plantilla para la presentación de oficios, información a tener en cuenta en la elaboración del presente formato para la presentación de informe mensual de supervisión de obra. Se ajusta a este documento la siguiente información:

- El informe debe contener el Logo y la información legal de la empresa
- Ciudad y fecha
- A quien va dirigido y cargo que desempeña

- Nombre de la empresa
- Nombre y cargo de quien redacta.
- El contenido debe ser preciso, claro con Buena ortografía y redacción.
- Al final del documento debe estar la información de la empresa

**3.3.2. Definir junto con la dirección de planeación el contenido relevante del informe mensual de supervisión de obra.** Este Formato guía establece el contenido relevante a tener en cuenta en los informes mensuales de Supervisión e interventoría de obra presentados a la ESPO S.A. El cual permitirá llevar el control de la interventoría en aspectos técnicos, administrativos, legales y ambientales, debiéndose incluir cada uno de los capítulos y subcapítulos, consignando al frente la página, donde se encuentra. Esto no quiere decir que no se puedan realizar modificaciones al mismo.

El contenido relevante del informe mensual de supervisión de obra definido junto con la dirección de planeación se presenta a continuación.

## 1. INTRODUCCIÓN.

## 2. ASPECTOS GENERALES DE OBRA.

### 2.1 ASPECTOS CONTRACTUALES

### 2.2 POLIZAS

### 2.3 ACTAS

#### 2.3.1 Acta de inicio

#### 2.3.2 Actas de vecindad

#### 2.3.3 Acta de pago parcial

2.3.4 Acta de suspensión

2.3.5 Acta de re-inicio

2.3.6 Acta de liquidación

2.3.7 Actas de seguimiento de obra

2.4 VALOR DE LA INVERSION

2.5 PAGO ANTICIPADO DEL CONTRATO DE OBRA

2.6 MODIFICACIONES TECNICAS A CONDICIONES CONTRACTUALES

2.7 RECURSOS DEL PROYECTO

2.7.1 Personal en obra

2.7.2 Equipos empleados

2.8 ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA EJECUCION DEL CONTRATO

2.8.1 Avance físico de las actividades ejecutadas en el mes

2.8.2 Avance de obra- relación de tiempos

2.8.3. Seguimiento de Estado del Tiempo

2.9 AVANCE FINANCIERO

2.10 GESTION SOCIAL

2.11 GESTION AMBIENTAL

**3.3.3. Elaborar el formato guía para la presentación de informes mensuales de seguimiento a las obras.** Habiéndose dado cumplimiento a las actividades mencionadas anteriormente, se procedió a realizar la descripción de los aspectos a tener en cuenta en cada uno de los capítulos y subcapítulos establecidos en el contenido del presente informe, así como también la construcción de las tablas necesarias que permitirán llevar de manera organizada información del contrato de obra como: pólizas, actividades ejecutadas durante el periodo

reportado en el informe, balance de contrato de obra, entre otras, dándose así por finalizado la elaboración de la guía para la presentación de informes mensuales de supervisión de obra, el cual es un aporte para la empresa ESPO S.A , ya que servirá de apoyo para cualquier profesional que ingrese a laborar en la empresa en seguimiento y control de obras. (Ver apéndice M)

## Capítulo 4. Diagnostico final

Mediante la pasantía realizada en la empresa de servicios públicos de Ocaña ESPO. S.A. Se mejoró una de las debilidades de la empresa en cuanto al personal de apoyo a la dirección de planeación y al área de interventoría en la supervisión de una obra de gran relevancia, como lo es la Instalación para la red matriz de acueducto en línea en PVC de 20” zona 5 Carretera central-la Palmita, proyecto que representa una gran inversión para la empresa y un beneficio para la comunidad, además permitió a la estudiante fortalecer los conocimientos adquiridos durante la etapa académica e involucrarse de una manera más practica con este tipo de proyectos.

Al mismo tiempo, mediante la elaboración de la propuesta de diseño de pavimentos para la Cra11B de la Urbanización central y la calle Escobar, se dio un aporte para el mejoramiento de estas vías a través de metodologías que cumplen con todas las exigencias técnicas para el diseño. Quedando está a disposición de la empresa, la cual evaluará y determinará bajo su criterio la implementación de este diseño o las modificaciones que fueren necesarias.

## Capítulo 5. Conclusiones

La resistencia del concreto obtenida a los 28 días, tanto para los concretos realizados en obra como para el concreto elaborado en planta, cumplieron con la resistencia requerida de 3500 psi, aun sobrepasando este valor, lo que da garantía de la calidad del concreto utilizado para los atraques y cajas que estarán siendo sometidas a presiones.

Se presentó el diseño de pavimento rígido para la calle Escobar y la Urbanización central teniendo en cuenta aspectos técnicos establecidos por el INVIAS y el método de PCA 84, definiendo de esta manera la solución más apropiada, sin embargo debe mencionarse que la durabilidad del pavimento dada la gran cantidad de variables que intervienen en el diseño de estos, depende también de un buen diseño de mezclas, el curado del concreto, del buen estados de las redes de acueducto y alcantarillado y en general del proceso de construcción del mismo.

Se elaboraron los presupuestos para la construcción de ambas vías optando por usar los espesores de las capas obtenidos por el método de la PCA 84, ya que este aporta un espesor de las losas de concreto un poco más bajo que el obtenido por la tablas del INVIAS, buscando de esta manera reducir costos de construcción y garantizar una máxima resistencia del pavimento a la fatiga y la erosión.

Se realizó el formato para la presentación de informes mensuales de supervisión de obra, siendo de gran importancia dejar constancia en la empresa de los avances físicos y demás de la obra asignada, a fin de llevar un control en los proyectos a cargo de la Dirección de planeación.



## Capítulo 6. Recomendaciones

Se recomienda que la empresa realice los respectivos empates de la tubería instalada con la tubería existente a fin de poder realizar pruebas hidráulicas que permitan identificar si existen fugas, de no ser así que se pueda poner en funcionamiento la nueva tubería de PVC 20”.

Se sugiere realizar el cambio de los tornillos utilizados para los accesorios, por unos de mejor calidad para que se puedan realizar los atraques que faltan, ya que por las demoras en el suministro de los mismos, fue necesario rellenar las excavaciones sin construir los atraques lo que representa una doble labor.

Deben realizarse pruebas del material de préstamo utilizado para los rellenos por parte de la interventoría.

## Referencias

- Cimentatec. (2012). Definición y aplicaciones. Recuperado el 15 de enero de 2018, de [http://www.cimentatec.com/serv\\_micropilotes\\_01.html](http://www.cimentatec.com/serv_micropilotes_01.html)
- Congreso de Colombia. (2001). Ley 715 de Diciembre 21 de 2001. Recuperado el 15 de enero de 2018, de [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86098\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86098_archivo_pdf.pdf)
- Consejosuperiordeltransporte. (junio de 2015). Ley 105 de 1993. Recuperado el 15 de enero de 2018, de Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones: <http://consejosuperiordeltransporte.org/ley-105-de-1993/>
- Montejo, F. A. (2010). ingeniería de pavimentos . Recuperado el 15 de enero de 2018, de <https://www.universilibros.com/temas/ingenieria-y-arquitectura/ingenieria-civil/ingenieria-de-pavimentos-tomo-i>
- Nieto, M. J., & Velásquez, B. O. (2013). Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales . Recuperado el 15 de enero de 2018, de [http://www.umv.gov.co/sisgestion2017/Documentos/MISIONAL/PDV/PDV-DE-003-V1\\_Guia\\_diseno\\_de\\_pavimentos\\_para\\_bajos\\_volumenes\\_de\\_transito\\_y\\_vias\\_locales\\_para\\_bogota.pdf](http://www.umv.gov.co/sisgestion2017/Documentos/MISIONAL/PDV/PDV-DE-003-V1_Guia_diseno_de_pavimentos_para_bajos_volumenes_de_transito_y_vias_locales_para_bogota.pdf)
- Reyes, R. C. (2015). Manual de Inducción y de consulta. Ocaña: ESPO S.A.
- Rojas, L. M. (2014). Interventoría. Manual Práctico. Ediciones de la U.
- Título A del RAS, R. D. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable Y. Bogota.nm

# Apéndices

## Apéndice A. Actas de vecindad

A continuación se muestran imágenes de algunas de las actas de inicio de obra que se realizaron en el Barrio la Palmita y la Carretera Central.

Ver archivo adjunto registro fotográfico de las respectivas actas de vecindad

	<b>IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES FÍSICAS INICIALES DE INMUEBLES</b>	
RESIDENCIAL <input type="checkbox"/>	COMERCIAL <input checked="" type="checkbox"/>	INDUSTRIAL <input type="checkbox"/>
<b>TIPO DE PROYECTO:</b> INSTALACIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20" PVC ZONA 5 CENTRAL LOS HELECHOS-LA PAMILTA (CARRERA 10c CON CALLE 16) OCAÑA N. DE S.		
<b>CONTRATO DE OBRA CIVIL N°</b> 012 DE 2017		<b>BARRIO:</b> Carretera Central
<b>CONTRATISTA:</b>		<b>FECHA REALIZACIÓN:</b> 18/02/2017
LA INFORMACIÓN AQUÍ SUMINISTRADA ES SOLO PARA VERIFICAR LAS CONDICIONES DEL PREDIO ANTES DE INICIAR LAS OBRAS.		
<b>1. INFORMACIÓN BÁSICA</b>		
1.1. Dirección del inmueble: Kr 10 A-113		
1.2. Teléfono del inmueble: 322 218 52 31		
1.3. Nombre y apellido del propietario: William Acuña		
1.4. Nombre y apellido del arrendatario _____		
1.5. Nombre y apellido de quien suministra la información: Abel Antonio Herrero Díaz		
1.6. Relación de quien suministra la información con el predio: (marque con X)		
1.6.1. Propietario _____		
1.6.2. Arrendatario: _____		
1.6.3. Familiar: _____		
1.6.4. Encargado _____		
1.6.5. Empleado <input checked="" type="checkbox"/>		
1.6.6. Otro _____ ¿Cual? _____		
En caso de ser Comercial e Industrial:		
1.7. Nombre del establecimiento: Africa Rumbo Salvaje		
1.8. Línea comercial, productos o servicio: Bebidas alcohólicas		
1.9. Días y horario laborable entre semana: De lunes a Viernes de 2:00 pm a 12:00 am		
1.10. Días y horario laborable el fin de semana: Sábado y Domingo de 2:00 pm a 2:00 am		

	<b>IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES FÍSICAS INICIALES DE INMUEBLES</b>
---	---

RESIDENCIAL       COMERCIAL       INDUSTRIAL

**TIPO DE PROYECTO:**

INSTALACIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20" PVC ZONA 5 CENTRAL LOS HELECHOS-LA PAMILTA (CARRERA 10c CON CALLE 16) OCAÑA N. DE S.

CONTRATO DE OBRA CIVIL N°

012 DE 2017

BARRIO:

La Palmita

CONTRATISTA:

FECHA REALIZACIÓN:

18/08/2017

LA INFORMACIÓN AQUÍ SUMINISTRADA ES SOLO PARA VERIFICAR LAS CONDICIONES DEL PREDIO ANTES DE INICIAR LAS OBRAS.

**1. INFORMACIÓN BÁSICA**

1.1. Dirección del inmueble:

1.2. Teléfono del inmueble: \_\_\_\_\_

1.3. Nombre y apellido del propietario:

Pedro Paer

1.4. Nombre y apellido del arrendatario

Carmen Eli Mora

1.5. Nombre y apellido de quien suministra la información:

Pedro Paer

1.6. Relación de quien suministra la información con el predio: (marque con X)

1.6.1. Propietario

1.6.2. Arrendatario:

1.6.3. Familiar:

1.6.4. Encargado

1.6.5. Empleado

1.6.6. Otro  ¿Cual? \_\_\_\_\_

En caso de ser Comercial e Industrial:

1.7. Nombre del establecimiento:

Billares hacaritama

1.8. Línea comercial, productos o servicio:

Consumo de licor

1.9. Días y horario laborable entre semana:

De lunes a viernes de 2:00 pm a 10:00 pm

1.10. Días y horario laborable el fin de semana:

Sabado y Domingo de 2:00 pm a 10:00 pm

	<b>IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES FÍSICAS INICIALES DE INMUEBLES</b>
---	---

RESIDENCIAL       COMERCIAL       INDUSTRIAL

**TIPO DE PROYECTO:**

INSTALACIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20" PVC ZONA 5 CENTRAL LOS HELECHOS-LA PAMILTA (CARRERA 10c CON CALLE 16) OCAÑA N. DE S.

CONTRATO DE OBRA CIVIL N°  
012 DE 2017

BARRIO:  
Carretera Central

CONTRATISTA:

FECHA REALIZACIÓN:  
18 agosto 2017.

LA INFORMACIÓN AQUÍ SUMINISTRADA ES SOLO PARA VERIFICAR LAS CONDICIONES DEL PREDIO ANTES DE INICIAR LAS OBRAS.

**1. INFORMACIÓN BÁSICA**

1.1. Dirección del inmueble:

Km 10 #14-03

1.2. Teléfono del inmueble:

1.3. Nombre y apellido del propietario:

Leticia Gaona

1.4. Nombre y apellido del arrendatario: Argando Alvarez

1.5. Nombre y apellido de quien suministra la información:

Mirella Ortega

1.6. Relación de quien suministra la información con el predio: (marque con X)

1.6.1. Propietario \_\_\_\_\_

1.6.2. Arrendatario:

1.6.3. Familiar: \_\_\_\_\_

1.6.4. Encargado \_\_\_\_\_

1.6.5. Empleado \_\_\_\_\_

1.6.6. Otro \_\_\_\_\_ ¿Cual? \_\_\_\_\_

En caso de ser Comercial e Industrial:

1.7. Nombre del establecimiento:

Café el Bunker.

1.8. Línea comercial, productos o servicio:

Venta de merca, gaseosa, cafetería

1.9. Días y horario laborable entre semana:

Lunes - Sabado 7:00 am - 6:00 pm.

1.10. Días y horario laborable el fin de semana:

	<b>IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES FÍSICAS INICIALES DE INMUEBLES</b>
---	---

RESIDENCIAL COMERCIAL INDUSTRIAL **TIPO DE PROYECTO:**

INSTALACIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20" PVC ZONA 5 CENTRAL LOS HELECHOS-LA PAMILTA (CARRERA 10c CON CALLE 16) OCAÑA N. DE S.

CONTRATO DE OBRA CIVIL N°

012 DE 2017

BARRIO:

La palmita

CONTRATISTA:

FECHA REALIZACIÓN:

2/sep/2017

LA INFORMACIÓN AQUÍ SUMINISTRADA ES SOLO PARA VERIFICAR LAS CONDICIONES DEL PREDIO ANTES DE INICIAR LAS OBRAS.

**1. INFORMACIÓN BÁSICA**

1.1. Dirección del inmueble:

Calle 1A # 10-43

1.2. Teléfono del inmueble: 5695652

1.3. Nombre y apellido del propietario:

Noun Seina del Real

1.4. Nombre y apellido del arrendatario \_\_\_\_\_

1.5. Nombre y apellido de quien suministra la información:

Ana Isabel Martinez

1.6. Relación de quien suministra la información con el predio: (marque con X)

1.6.1. Propietario 1.6.2. Arrendatario: 1.6.3. Familiar: 1.6.4. Encargado 1.6.5. Empleado 1.6.6. Otro  ¿Cual? \_\_\_\_\_

En caso de ser Comercial e Industrial:

1.7. Nombre del establecimiento: \_\_\_\_\_

1.8. Línea comercial, productos o servicio: \_\_\_\_\_

1.9. Días y horario laborable entre semana: \_\_\_\_\_

1.10. Días y horario laborable el fin de semana: \_\_\_\_\_



## IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES FÍSICAS INICIALES DE INMUEBLES

RESIDENCIAL COMERCIAL INDUSTRIAL **TIPO DE PROYECTO:**

INSTALACIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20" PVC ZONA 5 CENTRAL LOS  
HELECHOS-LA PAMILTA (CARRERA 10c CON CALLE 16) OCAÑA N. DE S.

CONTRATO DE OBRA CIVIL N°

012 DE 2017

BARRIO:

La palmita

CONTRATISTA:

FECHA REALIZACIÓN:

19 / Agosto / 2017

LA INFORMACIÓN AQUÍ SUMINISTRADA ES SOLO PARA VERIFICAR LAS CONDICIONES DEL  
PREDIO ANTES DE INICIAR LAS OBRAS.

**1. INFORMACIÓN BÁSICA**

1.1. Dirección del inmueble:

CR 10A #1467

1.2. Teléfono del inmueble: 3176466237

1.3. Nombre y apellido del propietario:

Marta Adali Vergel

1.4. Nombre y apellido del arrendatario

1.5. Nombre y apellido de quien suministra la información:

Andrés David Josano

1.6. Relación de quien suministra la información con el predio: (marque con X)

1.6.1. Propietario

1.6.2. Arrendatario:

1.6.3. Familiar: 

1.6.4. Encargado

1.6.5. Empleado

1.6.6. Otro  ¿Cual? \_\_\_\_\_

En caso de ser Comercial e Industrial:

1.7. Nombre del establecimiento:

1.8. Línea comercial, productos o servicio:

1.9. Días y horario laborable entre semana:

1.10. Días y horario laborable el fin de semana:

Apéndice B. Memorias de cantidades de obra para la obra asignada

Ver archivo adjunto en CD

Apéndice C. Registro fotográfico

Ver archivo adjunto en CD

Apéndice D. Plano de ubicación de accesorios y red de acueducto.

Ver archivo adjunto en CD

Apéndice E. Listas de chequeo para verificación del cumplimiento de especificaciones técnicas.

*Lista de chequeo para instalación de tubería*

		<b>INSTALACIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20" PVC ZONA 5 CENTRAL LOS HELECHOS – LA PALMITA (CARRERA 10C CON CALLE 16) OCAÑA NORTE DE SANTANDER</b>
<b>LISTA DE CHEQUEO PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA</b>		
<b>CRITERIOS POR VERIFICAR</b>		<b>CUMPLE</b>
El interior de la campana, el anillo de caucho y el espigo de los tubos deben estar bien limpios.	Si	
Debe limpiarse con un trapo seco alrededor de toda la circunferencia desde el final del tubo hasta 3 cm después de la marca de referencia.	Si	
Se debe revisar que el anillo de caucho, la campana y el espigo de la tubería no presenten daños o imperfecciones	Si	
Se debe lubricar el espigo final utilizando únicamente el lubricante recomendado por el fabricante de la tubería.	Si	
El espigo de la tubería debe introducirse hasta que tenga contacto con el anillo de caucho y se debe presionar la tubería hasta que la marca de referencia esté a ras de la campana.	Si	
Debe mantenerse el alineamiento en los tramos de tuberías		
Se deben rellenar las zanjas lo más rápido posible después de la instalación de la tubería para protegerla de rocas que caigan a las zanjas, flote en caso de inundación, eliminar riesgos y posibilidades de erosión en el material de soporte de la tubería.	Si	
<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>SE APRUEBA PROCESO</b>	Si	
<b>RESIDENTE DE OBRA</b>	<b>INTERVENTORÍA</b>	

Fuente: Adaptado del Título G del Ras 2000.



## Lista de chequeo para acero

	<b>INSTALACIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20" PVC ZONA 5 CENTRAL LOS HELECHOS – LA PALMITA (CARRERA 10C CON CALLE 16) OCAÑA NORTE DE SANTANDER</b>
<b>LISTA DE CHEQUEO PARA ACERO</b>	
<b>CRITERIOS POR VERIFICAR</b>	<b>CUMPLE</b>
El acero debe tener el certificado correspondiente de calidad	Si
El acero debe ser figurado de acuerdo con las especificaciones solicitadas	Si
El acero debe tener un cuidadoso almacenamiento	Si
La instalación debe ser realizada de acuerdo con los estudios elaborados con anterioridad	Si
<b>OBSERVACIONES</b>	
SE APRUEBA PROCESO	Si
<b>RESIDENTE DE OBRA</b>	<b>INTERVENTORIA</b>

Fuente: Pasante

Lista de chequeo para asentamiento del concreto.

	<b>INSTALACIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20" PVC ZONA 5 CENTRAL LOS HELECHOS – LA PALMITA (CARRERA 10C CON CALLE 16) OCAÑA NORTE DE SANTANDER</b>
<b>LISTA DE CHEQUEO PARA ASENTAMIENTO DEL CONCRETO</b>	
<b>CRITERIOS POR VERIFICAR</b>	<b>CUMPLE</b>
El cono debe ser humedecido y puesto sobre una superficie horizontal, rígida, plana, húmeda y no absorbente.	Si
Se ajusta el cono a la superficie colocando los pies en las dos agarraderas. No permita ningún movimiento durante el llenado	Si
Llene el cono en tres capas de aproximadamente igual volumen, la primera a una profundidad de 67 mm, la segunda a una profundidad de 155 mm y la tercera hasta el tope del cono.	Si
Compacte cada capa con 25 golpes de la varilla de compactación distribuidos uniformemente en la sección transversal, a través de su profundidad.	Si
Compacta la segunda y tercera capa permitiendo que la varilla penetre ligeramente en la capa inferior	Si
Cuando compacte la última capa, mantenga exceso de concreto por encima del tope del cono todo el tiempo.	Si
Enrase y alise la superficie de concreto usando la varilla de compactación apoyada sobre el tope del cono.	Si
Levante el molde en un solo movimiento suave hacia arriba, sin girarlo, en un tiempo de 5+- 2 segundos.	Si
El ensayo debe realizarse en un tiempo máximo de 2 minutos y 30 segundos.	Si
Mida con aproximación de 5mm el asentamiento desde la parte superior del cono hasta el centro original desplazado de la muestra.	Si
OBSERVACIONES	
SE APRUEBA PROCESO	Si
<hr/> <b>RESIDENTE DE OBRA</b>	<hr/> <b>INTERVENTORIA</b>

Fuente: Adaptado del libro de tecnología del concreto.

Tabla 59.

*Lista de chequeo para la elaboración de especímenes de concreto en obra*

		<b>INSTALACIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO EN LÍNEA DE 20" PVC ZONA 5 CENTRAL LOS HELECHOS – LA PALMITA (CARRERA 10C CON CALLE 16) OCAÑA NORTE DE SANTANDER</b>	
<b>LISTA DE CHEQUEO PARA LA ELABORACION DE ESPECIMENES DE CONCRETO EN OBRA</b>			
<b>CRITERIOS POR VERIFICAR</b>		<b>CUMPLE</b>	
Coloque los moldes en una superficie horizontal, nivelada, rígida libre de vibración o cualquier otra perturbación.		Si	
Seleccione una muestra representativa, de acuerdo con la ASTM C172 (NTC 454)		Si	
Descargue el concreto utilizando una cuchara, pala o palustre, moviéndola en el perímetro del molde.		Si	
Distribuya el concreto usando la varilla compactadora		Si	
Llene el recipiente en tres capas de igual volumen		Si	
Compacte cada capa 25 veces, con el extremo semiesférico, distribuyendo los golpes de manera uniforme		Si	
Compacte la capa inferior a través de su espesor sin golpear el fondo del molde		Si	
Compacte la capa intermedia y la superior, a través de su espesor, permitiendo que la varilla penetre aproximadamente 25 mm en la capa previa		Si	
Cuando se coloca la última capa se debe adicionar la cantidad de concreto necesario para que el molde quede lleno		Si	
Si la varilla compactadora deja huecos, golpee los lados del molde con el mazo o la mano abierta después de cada capa.		Si	
Enrase el nivel del concreto con la parte superior del recipiente usando la varilla, si es necesario, afine con una llana o palustre.		Si	
<b>OBSERVACIONES</b>			
<b>SE APRUEBA PROCESO</b>		Si	
<b>RESIDENTE DE OBRA</b>		<b>INTERVENTORIA</b>	

Fuente: libro de tecnología del concreto.

Apéndice F. Resultados de los ensayos de compresión del concreto

Ver archivo adjunto en CD

Apéndice G. Bitácora de Interventoría de obra.

Ver archivo adjunto en CD

Apéndice H. Informes mensuales de supervisión e interventoría de obra.

Ver archivo adjunto en CD

Apéndice I. Conteos vehiculares

Ver archivo adjunto en CD

Apéndice J. Estudios de suelos

Ver archivo adjunto en CD

Apéndice K. Planos de los diseños de pavimentos

Ver archivo adjunto en CD

Apéndice L. Estudio de mercado, APU y presupuesto para el diseño de pavimentos.

Ver archivo adjunto en CD

Apéndice M. Formato modelo para la presentación de informe mensual de supervisión de Obra

Ver archivo adjunto en CD