

**PASANTE COMO AUXILIAR DE INTERVENTORIA EN LA CONSTRUCCIÓN  
DEL CONJUNTO RESIDENCIAL CONDOMINIO VERSALLES**



**JOFRE ALIRIO MUÑOZ PEREZ  
CÓDIGO: 100412020385**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN  
2018**

**PASANTE COMO AUXILIAR DE INTERVENTORIA EN LA CONSTRUCCIÓN  
DEL CONJUNTO RESIDENCIAL CONDOMINIO VERSALLES**



**JOFRE ALIRIO MUÑOZ PEREZ  
CÓDIGO: 100412020385**

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR:  
Dr. Sc. YINA FERNANDA MUÑOZ MOSCOSO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN  
2018**

## CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	9
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
<b>4. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>10</b>
<b>5. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....</b>	<b>11</b>
5.1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO .....	11
5.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DE OBRA.....	12
5.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	13
<b>6. DESARROLLO DE LA PASANTIA .....</b>	<b>14</b>
6.1 CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE VÍAS .....	14
6.1.1 AVANCE DE OBRA HASTA FECHA DE INICIO DEL PASANTE.....	14
6.1.2 ESTADO DE LAS VIAS .....	15
6.1.3 RECOMENDACIONES HECHAS POR EL INGENIERO ESPECIALISTA....	19
6.1.4 SEGUIMIENTO DE LA INTERVENTORÍA A LAS RECOMENDACIONES...	19
6.1.5 CONSTRUCCION DE VÍA DE ACCESO PROVISIONAL.....	21
6.1.6 ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL DE SUBBASE .....	23
6.1.7 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO.....	25
6.1.8 ADECUACIÓN DE VÍAS INTERNAS.....	26
6.1.8.1 LIMPIEZA DE LODO EN LAS VÍAS.....	27
6.1.8.2 CARGUE Y TRANSPORTE DE MATERIAL.....	28
6.1.8.3 NIVELACIÓN DE SUBRASANTE.....	29
6.1.8.4 COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE .....	30
6.1.8.5 EXTENDIDO DE SUB-BASE .....	31
6.1.8.6 COMPACTACIÓN DE LA SUB-BASE.....	31
6.1.8.7 TOMA DE DENSIDADES DE LA CAPA DE SUB-BASE.....	32
6.1.8.8 ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL GRANULAR UTILIZADO PARA CONSTRUIR LA CAPA DE BASE.....	34
6.1.8.9 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	35
6.1.8.10 EXTENDIDO DE LA CAPA DE BASE.....	36

6.1.8.11 COMPACTACIÓN DE BASE.....	37
6.1.9 CONTROL DE TIEMPO DE TRABAJO DE MAQUINARIA A TRAVÉS DE HORÓMETRO .....	38
6.1.10 CANTIDADES DE OBRA.....	39
6.2 CONSTRUCCIÓN DE ANDENES Y SARDINELES .....	41
6.2.1 ANDENES.....	41
6.2.1.1 LOCALIZACIÓN .....	41
6.2.1.2 CONFORMACIÓN DEL TERRENO .....	42
6.2.1.3 INSTALACIÓN DE FORMALETA.....	42
6.2.1.4 FUNDICIÓN DEL ANDEN.....	43
6.2.2 SARDINELES .....	44
6.2.2.1 LOCALIZACIÓN .....	44
6.2.2.2 EXCAVACIÓN.....	44
6.2.2.3 INSTALACIÓN DE FORMALETA.....	45
6.2.2.4 FUNDICIÓN DE SARDINEL .....	45
6.2.2.5 ERRORES ENCONTRADOS EN LA FUNDICIÓN DE SARDINELES .....	46
6.3 CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO.....	47
6.3.1 LOCALIZACIÓN.....	48
6.3.2 EXCAVACIÓN .....	48
6.3.3 ENCAMADO DE TUBERÍA.....	49
6.3.4 EXTENDIDO DE TUBERÍA.....	49
6.3.5 RELLENO Y COMPACTACIÓN.....	50
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación	111
Figura 2. Ubicación	11
Figura 3. Estado de vía manzana A.	15
Figura 4. Estado de vía manzana F.	15
Figura 5. Estado de vía manzana G.	16
Figura 6. Estado de vía manzana G.	16
Figura 7. Estado de vía manzana H.	17
Figura 8. Estado de vía manzana F-G.	17
Figura 9. Estado de vía manzana I.	18
Figura 10. Estado de vía manzana J.	18
Figura 11. Construcción de sumideros	19
Figura 12. Canales manuales.	20
Figura 13. Canales manuales.	20
Figura 14. Descapote.	21
Figura 15. Corte de subrasante.	21
Figura 16. Compactación de la subrasante.	22
Figura 17. Escarificado de la subrasante.	22
Figura 18. Extendido y compactado de sub-base.	23
Figura 19. Requisitos de los agregados para sub-bases granulares.	24
Figura 20. Franjas granulométricas del material de sub-base granular.	24
Figura 21. Resultado ensayo Resistencia a la degradación por abrasión Micro- Deval.	25
Figura 22. Plano urbanístico del condominio Versailles.	26
Figura 23. Esquema de la estructura de pavimento flexible.	27
Figura 24. Limpieza de lodo.	27
Figura 25. Daño en tuberías.	28
Figura 26. Cargue de material	28
Figura 27. Revisión de planos	29
Figura 28. revisión de niveles	29
Figura 29. Chequeo del corte de la vía con nivel de precisión.	29
Figura 30. Extendido de material de relleno.	30
Figura 31. Compactación de la subrasante.	30
Figura 32. Extendido de sub-base	31
Figura 33. Compactación de la sub-base.	31
Figura 34. Toma de densidad de la capa de sub-base.	32
Figura 35. Ejemplo de un resultado de densidad de la capa de sub-base.	33
Figura 36. Requisitos de calidad para los agregados.	34
Figura 37. Resultado ensayo de resistencia al desgaste máquina de los ángeles.	35
Figura 38. Extendido de la capa de base.	36
Figura 39. Extendido de la capa de base.	37
Figura 40. Compactación de la capa de base.	37
Figura 41. Horómetro inicial.	38
Figura 42. Horómetro final.	38
Figura 43. Localización de andenes.	41
Figura 44. Conformación y compactación del terreno.	42

Figura 45. Instalación de formaleta.	42
Figura 46. Preparación del concreto.	43
Figura 47. Colocación del concreto.	43
Figura 48. Excavación para construcción de sardineles.	44
Figura 49. Instalación y chequeo de formaleta.	45
Figura 50. Fundición del sardiné.	45
Figura 51. Fundición incompleta.	46
Figura 52. Concreto mal vibrado	46
Figura 53. Localización.	48
Figura 54. Excavación	54
Figura 55. Encamado de tubería.	49
Figura 56. Extendido de tubería.	49
Figura 57. Material de relleno cubierto con plástico.	50
Figura 58. Compactación con pisón.	50
Figura 59. Compactación con saltarín.	50

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Cantidades de obra ejecutadas hasta la fecha de ingreso del pasante.	14
Tabla 2. Cantidades de obra.	39

## 1. INTRODUCCIÓN

Los proyectos civiles generalmente requieren de control y seguimiento de todas sus actividades, dicha labor es ejercida por la interventoría, quien juega un papel importante al ser la responsable de velar por el cumplimiento de los diseños, normas, especificaciones técnicas y plazos estipulados.

El presente documento contiene la información acerca del desarrollo del trabajo de grado para optar por el título de ingeniero civil modalidad tipo pasantía titulada **“PASANTE COMO AUXILIAR DE INTERVENTORÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO RESIDENCIAL CONDOMINIO VERSALLES”** según resolución No. 248 de 2017, Dicho trabajo se centró en la parte urbanística del proyecto, el cual comprendió las actividades de construcción y adecuación de vías, construcción de andenes, sardineles y construcción de redes de alcantarillado pluvial y sanitario.

Para la construcción y adecuación de vías se inicia observando el avance y estado de las mismas, una vez hecho este reconocimiento se procede a ejercer supervisión y seguimiento a las actividades que se venían ejecutando en el proyecto, entre las que se tienen, la estabilización de la subrasante, conformación de la capa de sub-base y la capa de base, se hizo la verificación que los materiales empleados en la construcción de las capas del pavimento flexible (sub-base y base) cumplieran con las especificaciones técnicas exigidas, además se lleva un control riguroso en cuanto a cantidades de obra con las cuales se elaboraron las pre actas y posteriormente las actas de pago del contratista.

Simultáneamente al avance de obra en la parte de vías, se supervisan actividades correspondientes al tema de andenes, sardineles y a la construcción de redes de alcantarillado, en esta parte el auxiliar de interventoría verifica que todo se realizará de acuerdo a los diseños, con un buen proceso constructivo y siguiendo las normas pertinentes.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

En todo proyecto de construcción es indispensable ejercer vigilancia en los diferentes procesos que conlleven a la materialización del mismo, procurando optimizar tiempo, costos y recursos. Es ahí donde la interventoría reviste importancia como mecanismo de control idóneo, encargándose fundamentalmente de controlar, revisar y supervisar todas las etapas de un proyecto, de forma efectiva y permanente, con el fin de que se cumplan todas las especificaciones contractuales y las exigencias técnicas, administrativas, legales, financieras, presupuestales, sociales y ambientales.

Por lo anterior la empresa GRACOL SAS., incluyó en su proyecto Residencial Condominio Versales un auxiliar de interventoría, quien se dedicó a efectuar el seguimiento y monitoreo de todas las actividades desarrolladas específicamente en la parte urbanística de dicho proyecto, verificando que todas las obras incluidas en dicha actividad como: vías internas, andenes, sardineles y las redes de alcantarillado, cumplan con los diseños y especificaciones técnicas.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Participar como auxiliar de interventoría en la supervisión y control de procesos constructivos urbanísticos del proyecto **CONDOMINIO VERSALLES**.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Verificar que la obra se ejecute de acuerdo a los planos y diseños.
- Realizar controles exigidos para los diferentes materiales empleados de acuerdo con especificaciones técnicas.
- Efectuar controles sobre avances en la obra.
- Comunicar oportunamente a la empresa acerca de daños, falta de suministros, posibles deficiencias en materiales, procesos constructivos, equipos, mano de obra o cualquier otro factor que pueda afectar el desarrollo de la obra.
- Velar por el cumplimiento de las normas constructivas y plazos estipulados.

#### 4. REVISION BIBLIOGRAFICA

A continuación, se muestra un conjunto de conceptos de los términos más relevantes en el transcurso del informe, los cuales permitirán al lector tener una idea más clara y acertada del tema.

**PAVIMENTO:** Un pavimento se puede considerar como una estructura, constituida por varias capas de materiales seleccionados, diseñada y construida técnicamente con el objeto de brindar el tránsito de vehículos de una manera rápida, cómoda, segura, eficiente y económica. (Arenas, 2015)

**PAVIMENTOS FLEXIBLES:** Es una estructura construida con productos bituminosos y materiales granulares. Se caracterizan por ser elementos continuos con la particularidad de que al aplicar una carga se deforma de manera apreciable en un área relativamente pequeña. Generalmente la carpeta asfáltica, está construida sobre dos capas no rígidas: la base y la sub-base. (Arenas, 2015)

**SISTEMA DE ALCANTARILLADO:** El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por la lluvia. De no existir estas redes de recolección de agua, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales. (Cualla, 2003)

**CLASIFICACIÓN DE LOS ALCANTARILLADOS:** Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de agua que conduzcan, así:

**ALCANTARILLADO SANITARIO:** Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.

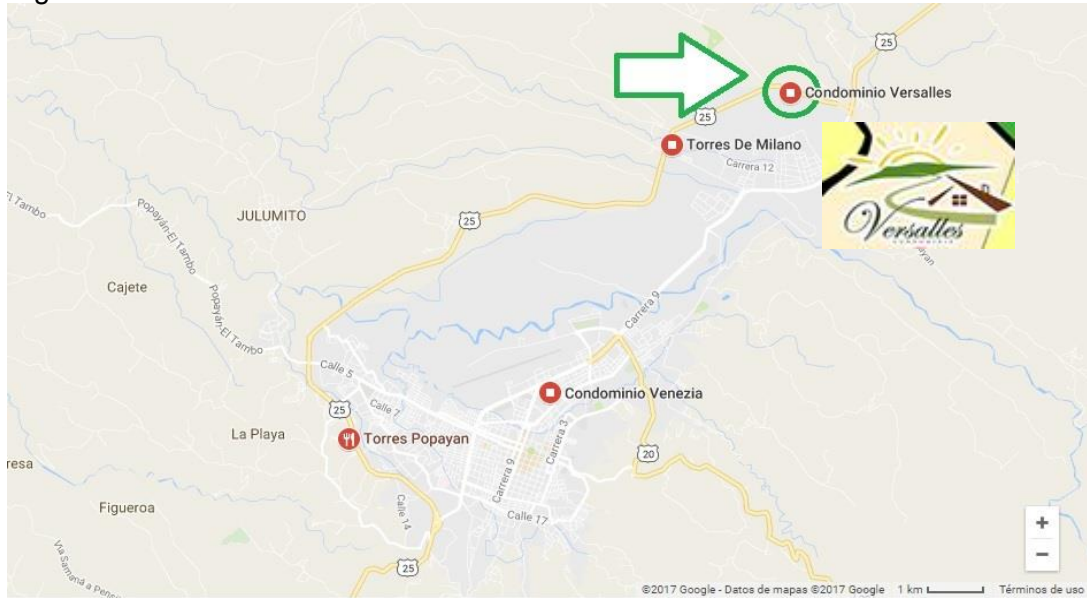
**ALCANTARILLADO PLUVIAL:** Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la lluvia.

**ALCANTARILLADO COMBINADO:** Es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas lluvias. (Cualla, 2003)

## 5. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 5.1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Figura 1. Ubicación



Fuente: Oficina de diseño Gracol S.A.S

Figura 2. Ubicación



Fuente: Oficina de diseño Gracol S.A.S.

El proyecto **CONDÓMINO VERSALLES** se encuentra ubicado en la ciudad de Popayán (Cauca), su dirección es: Calle variante norte con calle 78N con fácil acceso, A él se puede acceder por la variante panamericana y por el barrio la aldea. Está ubicado en un sector privilegiado de alto desarrollo al norte de la ciudad de Popayán. Cerca al lote se encuentran centros educativos y varios conjuntos residenciales, además del proyecto centro comercial TERRA PLAZA por estas razones es una zona de alta valorización.

El lote cuenta con una topografía relativamente plana, formada por una terraza, la cual fue aprovechada en el previo diseño arquitectónico lo que ha beneficiado al proyecto, que también cuenta con amplios espacios de zona verde, atravesados por senderos ecológicos para el confort de los residentes.

## **5.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DE OBRA**

La ejecución del presente Proyecto permitirá la construcción de 270 casas en conjunto cerrado, ubicadas en la zona de más alta valorización de Popayán, variante norte vía a la Aldea. El proyecto “Condominio Versailles” tendrá dos accesos vehiculares; uno de ellos será sobre la variante Norte el cual tendrá la total supervisión del instituto nacional de vías INVIAS, debido a la importancia que reviste la conexión a una vía de tránsito rápido como lo es la variante norte de la ciudad de Popayán y el segundo acceso será sobre la vía al barrio La Aldea, en carácter complementario.

El proyecto está conformado por 270 casas de dos niveles con posibilidad de ampliación (unifamiliares), este conjunto cerrado contará con: piscina para adultos y niños, sendero ecológico, amplias zonas verdes con estaciones para ejercitarse, juegos infantiles, cancha múltiple, amplio salón social, locales comerciales, vías internas, portería principal, parqueadero privado por casa y parqueaderos para visitantes, también habrá vigilancia para la comodidad y seguridad de los usuarios. El desarrollo del proyecto contribuirá a la consolidación del sector, de carácter residencial con óptimas condiciones urbanísticas.

Se cuenta con dos (2) tipos de viviendas denominadas en este documento como Tipo 1 y Tipo 2.

**Vivienda tipo 1:** Casa esquinera, área total = 82 m<sup>2</sup>

**Vivienda tipo 2:** Casa tipo, área total = 78 m<sup>2</sup>

Todas las viviendas contarán con servicios de acueducto, alcantarillado, red eléctrica y red de gas domiciliario.

### **5.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS**

De acuerdo al diseño arquitectónico del condominio Versailles para la ejecución del proyecto se construirán un total de ocho (8) manzanas centrales y seis (6) bloques perimetrales los cuales brindan una distribución adecuada para el diseño de las 270 residencias. El sistema estructural principal consiste de muros en mampostería estructural sub reforzada los cuales aportan la rigidez y resistencia necesaria para cumplir con los límites de desplazamiento sísmico y las cargas verticales demandadas. (GACOL SAS., s.f.)

## 6. DESARROLLO DE LA PASANTIA

Para iniciar el desarrollo de la práctica se realizó un recorrido por la obra Condominio Versalles con el fin de hacer el reconocimiento del lugar, conocer el personal, observar el estado y avance de las actividades que se han ejecutado hasta el momento en lo relacionado a la parte urbanística del proyecto.

Las actividades que estuvieron bajo la supervisión del pasante fueron las siguientes:

- Construcción y adecuación de vías.
- Construcción de andenes y sardineles.
- Construcción de Redes de alcantarillado pluvial y sanitario.

A continuación, se presenta el trabajo realizado respecto a cada actividad.

### 6.1 CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE VÍAS

#### 6.1.1 AVANCE DE OBRA HASTA FECHA DE INICIO DEL PASANTE

En la siguiente tabla se presentan las cantidades de obra ejecutadas hasta la fecha de ingreso del pasante.

Tabla 1. Cantidades de obra ejecutadas hasta la fecha de ingreso del pasante.

<b>Actividades Ejecutadas Urbanismo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Cantidad Ejecutado</b>	<b>% de Ejecución</b>
Cajeado para vías.	ML	1099	1099	100
Extendido y compactación de sub base.	ML	1099	272.2	24.8
Extendido y compactación de base.	ML	1099	272.2	24.8
Imprimación de base.	ML	1099	245	22.3
Carpeta asfáltica.	ML	1099	231	21.0

Fuente: Autor

### 6.1.2 ESTADO DE LAS VIAS

En las siguientes fotografías: Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9 y Figura 10, se presenta el estado en el cual se encontraron los tramos de vías.

Figura 3. Estado de vía manzana A.



Fuente: Autor

Figura 4. Estado de vía manzana F.



Fuente: Autor

Figura 5. Estado de vía manzana G.



Fuente: Autor

Figura 6. Estado de vía manzana G.



Fuente: Autor



Figura 7. Estado de vía manzana H.



Fuente: Autor

Figura 8. Estado de vía manzana F-G.



Fuente: Autor

Figura 9. Estado de vía manzana I.



Fuente: Autor

Figura 10. Estado de vía manzana J.



Fuente: Autor

Como se evidencia en las fotografías presentadas anteriormente, la mayoría de los tramos de vía se encuentran en mal estado, razón por la cual la empresa GRACOL SAS. solicitó la visita de un ingeniero especialista en vías para que dé una serie de recomendaciones, esto con el fin de implementar soluciones que permitan mejorar el estado de las vías y así la circulación interna de la obra.

### **6.1.3 RECOMENDACIONES HECHAS POR EL INGENIERO ESPECIALISTA**

- Construir sumideros en la manzana A para canalizar el agua hacia el alcantarillado.
- Prohibir el paso de maquinaria sobre las vías de manzana B y G.
- Prohibir el tránsito de maquinaria en días lluviosos.
- Abrir canales sobre las vías y terrazas para drenar el agua.

### **6.1.4 SEGUIMIENTO DE LA INTERVENTORÍA A LAS RECOMENDACIONES.**

La labor del pasante fue revisar que se ejecutaran las recomendaciones propuestas por el ingeniero especialista.

- Construir sumideros en la manzana A para canalizar el agua hacia el alcantarillado. Figura 11.

Figura 11. Construcción de sumideros



Fuente: Autor

- Abrir canales sobre las vías y terrazas para drenar el agua. Figura 12 y Figura 13.

Canales manuales verticales y horizontales para mantener las vías y terrazas secas.

Figura 12. Canales manuales.



Fuente: Autor.

Figura 13. Canales manuales.



Fuente: Autor.

En las anteriores fotografías se puede observar que se realizaron los canales para el drenaje del agua sobre las vías y terrazas, lo cual permitió un mejor escurrimiento.

Por otra parte, se verificó que en días lluviosos no hubiera tránsito de maquinaria sobre las vías, además de restringir totalmente el paso sobre la vía de la manzana B y G hasta tanto no se dieran soluciones definitivas que mejoraran el estado de las vías en mención.

### **6.1.5 CONSTRUCCION DE VÍA DE ACCESO PROVISIONAL**

Debido a que la constructora inicia la entrega de las primeras casas de la manzana A, el tránsito de maquinaria y carga pesada por la vía principal se debe cerrar, por tanto, se debe construir una vía alternativa para dicho acceso, como mostrado en la Figura 14, Figura 15, Figura 16 y Figura 17.

Figura 14. Descapote.



Fuente: Autor.

Figura 15. Corte de subrasante.



Fuente: Autor.

Figura 16. Compactación de la subrasante.



Fuente: Autor.

Figura 17. Escarificado de la subrasante.



Fuente: Autor.

En la compactación se presentó un problema, debido a que no se tuvo en cuenta que la humedad del terreno estaba por encima de la humedad óptima, lo cual llevó a que se manifestara el fenómeno de “acolchonamiento” en el terreno. La interventoría al percatarse de la situación, indicó que se debía escarificar el terreno compactado y dejarle llegar la luz solar hasta que alcance la humedad adecuada y se pueda compactar nuevamente. Figura 18.

Figura 18. Extendido y compactado de sub-base.



Fuente: Autor

Se extendió una capa de material de sub-base de 20cm y se realizó la compactación correspondiente. Debido a que ésta vía sería solo para uso temporal, no se realizaron ensayos de densidades.

#### **6.1.6 ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL DE SUBBASE**

Los agregados que se utilizaron en la construcción de la capa de sub-base granular provienen de la planta “AGREGADOS Y TRITURADOS DEL CAUCA” ubicada en el sector de Galindez, Patía, Cauca. Se realizaron los siguientes ensayos de acuerdo al artículo 320. Tabla 320-2 y tabla 320-3 de las normas y especificaciones de INVIAS. (INVIAS, 2012). Figura 19 y figura 20.

Figura 19. Requisitos de los agregados para sub-bases granulares.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUB-BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	35	30
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)				
- Sulfato de sodio	E-220	12	12	12
- Sulfato de magnesio		18	18	18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	30	30	40

Fuente: INVIAS

Figura 20. Franjas granulométricas del material de sub-base granular.

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	50.0 2"	37.5 1 1/2"	25.0 1"	12.5 1/2"	9.5 3/8"	4.75 No. 4	2.00 No. 10	0.425 No. 40	0.075 No. 200
	% PASA								
SBG-50	100	70-95	60-90	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	100	75-95	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %	


Fuente: INVIAS



## 6.1.7 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO

Se realizó el respectivo análisis de cada uno de los resultados de los ensayos del material de sub-base, de los cuales se puede concluir que el material cumple con todas las especificaciones exigidas por la norma de INVIAS y por ende puede ser utilizado sin ningún problema para la construcción de la capa de sub-base, a continuación, se presenta el ejemplo de uno de los resultados.

Figura 21. Ejemplo de resultado del ensayo Resistencia a la degradación por abrasión utilizando Micro- Deval.

RESISTENCIA DEL AGREGADO GRUESO A LA DEGRADACIÓN POR ABRASIÓN, UTILIZANDO EL APARATO MICRO - DEVAL I.N.V. E - 238 - 13		FGL-20 Versión 02 Noviembre de 2014 Página 1 de 1																																																							
CLIENTE:	Gracol S.A.S.	ORDEN SERVICIO No.: 2081																																																							
OBRA:	Condominio Versailles																																																								
LOCALIZACION OBRA:	Calle 78 Norte vía a la Aldea - Variante Norte - Popayán.																																																								
CONTRATISTA:	N.A.																																																								
INTERVENTORIA:	N.A.																																																								
DESCRIPCION MATERIAL:	Suelo granular para sub-base granular color gris																																																								
FUENTE:	Agregados y Triturados del Cauca																																																								
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA:	Stock en obra																																																								
FECHA DE RECIBO:	13-dic-2017	FECHA DE ENSAYO: 18-dic-2017																																																							
GRADACION USADA (TABLA 1, 2 O 3)	1																																																								
ENSAYO No.	1																																																								
MASA DE ESFERAS, g	5000																																																								
TIEMPO DE ENSAYO (min)	120,0																																																								
MASA MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, A, g.	1500,1																																																								
MASA MUESTRA SECA LAVADA SOBRE EL TAMIZ No. 16, B, g.	1391,5																																																								
PERDIDA, g	108,6																																																								
PORCENTAJE DE PÉRDIDAS, %	7,2																																																								
MATERIAL ENSAYADO	SUBBASE GRANULAR																																																								
ESPECIFICACIÓN A APLICAR	ART 320 INV - 13																																																								
REQUISITO DE DEGRADACIÓN, %	CLASE A: ± 30 % CLASE B: ± 35 %																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO Y GRADACION UTILIZADA</th> </tr> <tr> <th colspan="2">TAMAÑOS</th> <th colspan="3">MASA Y GRADACION DE LA MUESTRA, g.</th> </tr> <tr> <th>PASA</th> <th>RETENIDO</th> <th>PASA 3/4" RETIENE 3/8"</th> <th>TMN 1/2"</th> <th>TMN 3/8"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/4"</td> <td>5/8"</td> <td>375,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5/8"</td> <td>1/2"</td> <td>375,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>3/8"</td> <td>750,0</td> <td>750,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>1/4"</td> <td></td> <td>375,0</td> <td>750,0</td> </tr> <tr> <td>1/4"</td> <td>No. 4</td> <td></td> <td>375,0</td> <td>750,0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td>1500 +/- 5</td> <td>1500 +/- 5</td> <td>1500 +/- 5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">No. REVOLUCIONES</td> <td>100 +/- 5</td> <td>100 +/- 5</td> <td>100 +/- 5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TIEMPO ROTACION (min)</td> <td>120 +/-1</td> <td>105 +/-1</td> <td>95 +/-1</td> </tr> </tbody> </table>			TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO Y GRADACION UTILIZADA					TAMAÑOS		MASA Y GRADACION DE LA MUESTRA, g.			PASA	RETENIDO	PASA 3/4" RETIENE 3/8"	TMN 1/2"	TMN 3/8"	3/4"	5/8"	375,0			5/8"	1/2"	375,0			1/2"	3/8"	750,0	750,0		3/8"	1/4"		375,0	750,0	1/4"	No. 4		375,0	750,0	TOTAL		1500 +/- 5	1500 +/- 5	1500 +/- 5	No. REVOLUCIONES		100 +/- 5	100 +/- 5	100 +/- 5	TIEMPO ROTACION (min)		120 +/-1	105 +/-1	95 +/-1
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO Y GRADACION UTILIZADA																																																									
TAMAÑOS		MASA Y GRADACION DE LA MUESTRA, g.																																																							
PASA	RETENIDO	PASA 3/4" RETIENE 3/8"	TMN 1/2"	TMN 3/8"																																																					
3/4"	5/8"	375,0																																																							
5/8"	1/2"	375,0																																																							
1/2"	3/8"	750,0	750,0																																																						
3/8"	1/4"		375,0	750,0																																																					
1/4"	No. 4		375,0	750,0																																																					
TOTAL		1500 +/- 5	1500 +/- 5	1500 +/- 5																																																					
No. REVOLUCIONES		100 +/- 5	100 +/- 5	100 +/- 5																																																					
TIEMPO ROTACION (min)		120 +/-1	105 +/-1	95 +/-1																																																					
OBSERVACIONES:	Datos suministrados por el cliente, muestra tomada por personal de Geofisica.																																																								
REVISÓ	APROBÓ																																																								
KAREN SOFIA MOSQUERA GEOTECNOLOGO - Mat. Profesional # 19516030791CAU	 FERNANDO MUÑOZ FUENTES SUBGERENTE TECNICO - Mat. Profesional # 19516001294CAU																																																								

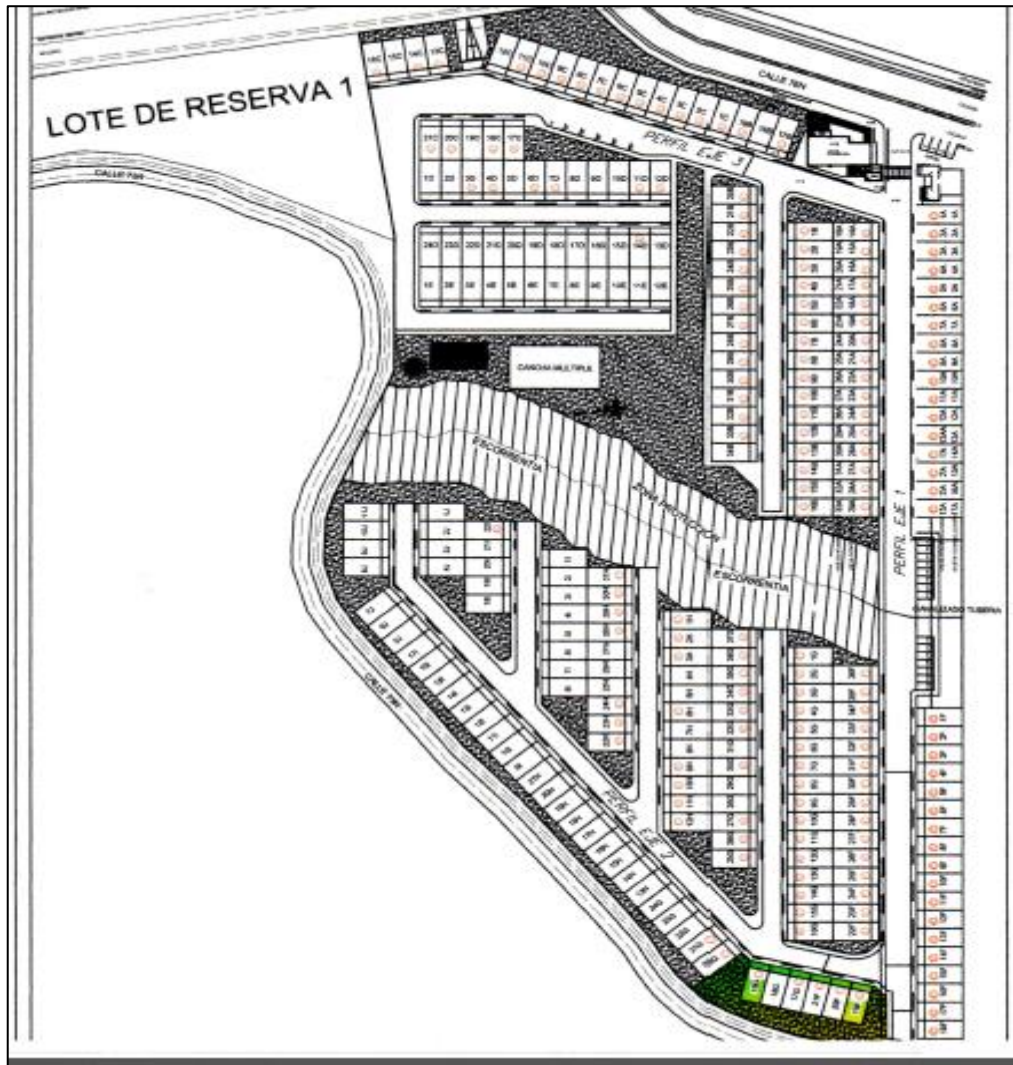
Fuente: GEOFISICA

En la anterior imagen (Figura 21) se presenta un ejemplo del resultado del ensayo realizado al material de sub-base, corresponde al ensayo de Resistencia del agregado grueso a la degradación por abrasión, utilizando el aparato Micro – Deval, norma I.N.V. E-133 – 13. Al realizar el análisis del resultado de este ensayo se puede concluir que cumple con la norma, ya que el material da un porcentaje de perdidas igual al 7.2% y el ARTICULO 320 de INVIAS permite un porcentaje máximo de perdidas para la clase A  $\leq 35\%$  y clase B  $\leq 30\%$ .

### 6.1.8 ADECUACIÓN DE VÍAS INTERNAS

Se debe precisar que para la construcción de las vías internas del condominio Versailles, no se realizó diseño geométrico, toda la construcción de las vías se dieron de acuerdo al diseño urbanístico del proyecto. Figura 22.

Figura 22. Plano urbanístico del condominio Versailles.



Fuente: Oficina de diseño Gracol SAS.

En la Figura 23, se muestra el diseño de la estructura de pavimento flexible del proyecto:

Figura 23. Esquema de la estructura de pavimento flexible.



Fuente: Autor.

#### 6.1.8.1 LIMPIEZA DE LODO EN LAS VÍAS.

La primera actividad que se realizó sobre las vías internas ya cajeadas, fue la limpieza de lodo, debido a que por el paso continuo de maquinaria se encontraban en mal estado, para ello se utilizó un bulldozer. Figura 24.

Figura 24. Limpieza de lodo.



Fuente: Autor

Al realizar la limpieza se presentaron daños en tuberías de alcantarillado y telecomunicaciones, esto debido a que se encontraban muy superficiales. La interventoría recomienda hacer apiques en lugares críticos, es decir, en donde se

presume que la tubería está muy superficial para así evitar nuevos daños. Figura 25.

Figura 25. Daño en tuberías.



Fuente: Autor

#### 6.1.8.2 CARGUE Y TRANSPORTE DE MATERIAL.

La actividad de cargue y transporte de material hasta el botadero, se realizó con la ayuda de una volqueta con capacidad de 18m<sup>3</sup> y de una excavadora hidráulica. El pasante llevó registro del número de viajes que salen de la obra por día, además se verificó que cada viaje salga con la cantidad correcta. Figura 26.

Figura 26. Cargue de material



Fuente: Autor.

### 6.1.8.3 NIVELACIÓN DE SUBRASANTE.

Luego de la limpieza de lodo, con la ayuda de la comisión de topografía se chequeó que los niveles de las vías fueran los correctos, aclarando que al no haber diseño geométrico se debe verificar bien los niveles de las casas respecto a las vías, es decir, que el nivel de las vías no quede por encima del nivel de las casas, además se debe verificar que las vías tengan una pendiente adecuada. De acuerdo a lo anterior se encontró sitios en los cuales se debía hacer rellenos y en otros cortar suelo para llegar al nivel correcto de la vía y así proceder con la compactación. Figura 27, Figura 28, Figura 29 y Figura 30.

Figura 27. Revisión de planos



Fuente: Autor.

Figura 28. revisión de niveles



Fuente: Autor.

Figura 29. Chequeo del corte de la vía con nivel de precisión.



Fuente: Autor.

Figura 30. Extendido de material de relleno.



Fuente: Autor.

#### 6.1.8.4 COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE

Con la ayuda del vibro compactador se realizó la compactación. Figura 31

Figura 31. Compactación de la subrasante.



Fuente: Autor.

### 6.1.8.5 EXTENDIDO DE SUB-BASE

Una vez nivelada y compactada la subrasante se procede a extender la capa de sub-base, para ello se utilizó una retroexcavadora y/o el bulldozer; en ésta actividad la maquinaria que se utilizó no fue la adecuada ya que no cuentan con la precisión necesaria para dar un buen terminado de la capa, además no se puede realizar el bombeo de la vía. Figura 32.

Figura 32. Extendido de sub-base



Fuente: Autor.

### 6.1.8.6 COMPACTACIÓN DE LA SUB-BASE.

Figura 33. Compactación de la sub-base.



Fuente: Autor.

El pasante recomienda realizar la compactación tal como lo dice el artículo 320 numeral 320.4.6 de INVIAS “la compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en

cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo”. Por otra parte, debido a que el material de sub-base estaba muy seco hubo la necesidad de esparcirle agua para llegar a la humedad adecuada y así realizar una buena compactación. (INVIAS, 2012). Figura 33.

Es de resaltar que el espesor de la capa de sub-base no cumplió con las tolerancias dadas por el artículo 320 numeral 320.5.2.2.1 de INVIAS, el cual enuncia “las variaciones de las cotas, respecto de las establecidas en el proyecto no podrán exceder de +0.0 mm y -20.0 mm”. La razón de dicho incumplimiento de la norma fue debido a que no se contaba con la maquinaria idónea para esta actividad (motoniveladora), para la cual en el momento se solicitó a dirección de obra el equipo mencionado, recibiendo como respuesta que la motoniveladora solo se contrata para el “cereo” de la capa de base. (INVIAS, 2012)

#### **6.1.8.7 TOMA DE DENSIDADES DE LA CAPA DE SUB-BASE.**

Una vez terminada la compactación de la sub-base, se procede a tomar densidades con la ayuda de la geotecnóloga.

Los lugares en donde se deben tomar las densidades se eligen de acuerdo al artículo 320 numeral 320.5.2.2.2 que dice, “los sitios para la determinación de la densidad de la capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 SELECCIÓN AL AZAR DE MUESTRAS, pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro”. (INVIAS, 2012).

En este caso las densidades se tomaron cada 30 metros y los sitios se eligieron aleatoriamente teniendo en cuenta que la muestra sea representativa, se toman densidades sobre el eje de la vía, borde izquierdo y borde derecho en abscisa diferente. Para determinar las densidades se utilizó el método cono y arena. Figura 34.


Figura 34. Toma de densidad de la capa de sub-base.



Fuente: Autor.



Figura 35. Ejemplo de un resultado de densidad de la capa de sub-base.

	<b>CHEQUEO</b>		<b>FGP-03</b> Versión 1 Marzo de 2016 Página 1 de 1	
	<b>FECHA:</b> 16 / 0 / 2016			
<b>OBRA:</b> C. Vissalles				
<b>DESCRIPCIÓN:</b> SBE Agregador y Tutores del Cauca				
<b>LOCALIZACIÓN:</b> mapana G				
<b>NIVEL U CUOTA:</b>				

INV - E 161 - 07 DENSIDAD METODO DEL CONO DE ARENA						
CHEQUEO DE DENSIDAD						
ITEM	UNIDAD	PRUEBA NUMERO (CONSECUTIVO)				
		Nº	Nº	Nº	Nº	Nº
Abscisa	Medida					
Peso Frasco y Arena Inicial.	gr	2148	6982	6838	6600	
Peso Frasco y Arena Restante.	gr	3125	2077	7509		
Peso Arena total usado.	gr	4023	3910	4329		
Constante del cono.	gr	1683	1683	1683	1683	
Peso arena en el hueco.	gr	7340	7777	7646		
Densidad de la arena.	gr/cm³	1.98	1.98	1.98	1.98	
Volumen del hueco.	cm³	1581	1502	1787		
Peso material Extraído húmedo pasa 3/4	gr	3377	7874	3276		
Peso material Extraído húmedo retenido 3/4	gr	156	819	1102		
Contenido de humedad del material pasa	%	7.0	7.0	8.0		
Peso material Extraído seco pasa 3/4	gr	3151	7286	2833		
Peso material Extraído seco retenido 3/4	gr	447	803	1080		
humedad corregida total	%	6.4	5.9	6.4		
Densidad húmeda de campo.	gr/cm³	2.276	2.455	2.450		
Densidad seca de campo.	gr/cm³	2.139	2.318	2.300		
Densidad corregida por sobretamaños	gr/cm³	2.222	2.325	2.389		
Humedad Óptima de Laboratorio.	%					
Grado Compactación (Campo).	%	96	98	96		
Grado Compactación (Especificado).	%	95	95	95		

CHEQUEO HUMEDAD					
ITEM	PRUEBA NUMERO (CONSECUTIVO)				
	Nº	Nº	Nº	Nº	Nº
Peso recipiente limpio y vacío (Wrec).					
Peso del recipiente + muestra húmeda (Wrec+mh).					
Peso del recipiente + muestra seca al horno (Wrec+ms)					
Contenido de agua en porcentaje (% W)					
<b>OBSERVACIONES:</b>					

SUPERVISOR DE PLANTA

Fuente: Autor.

Según el artículo 320 de las normas y especificaciones de INVIAS todos los resultados de las densidades tomadas cumplen con la norma. La norma exige que el GC  $\geq$  95% y en todos los casos los resultados dan por encima de ese valor, por tanto, se procede a extender la capa de base. (INVIAS, 2012)

### 6.1.8.8 ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL GRANULAR UTILIZADO PARA CONSTRUIR LA CAPA DE BASE.

Los agregados que se utilizaron en la construcción de la capa de base provienen de la planta "CONEXPE". Se realizaron los siguientes ensayos de acuerdo al artículo 330. Tabla 330-2 de las normas y especificaciones de INVIAS. Figura 36

Figura 36. Requisitos de calidad para los agregados.

#### 330.2.2 Requisitos de calidad para los agregados


Tabla 330 - 2. Requisitos de los agregados para bases granulares

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	BASE GRANULAR					
		CLASE C	CLASE B	CLASE A			
<b>Dureza (O)</b>							
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%)	E-218	40	40	35			
- 500 revoluciones					8	8	7
- 100 revoluciones							
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	30	25			
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10 % de finos	E-224	-	70	90			
- Valor en seco, mínimo (kN)					-	75	75
- Relación húmedo/seco, mínimo (%)							
<b>Durabilidad (O)</b>							
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220	12	12	12			
- Sulfato de sodio					18	18	18
- Sulfato de magnesio							
<b>Limpieza (F)</b>							
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	-	-			
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	3	0	0			
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	30	30	30			
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10			
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	2	2	2			
<b>Geometría de las Partículas (F)</b>							
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	35	35	35			
Caras fracturadas, mínimo (%)	E-227	50	70	100			
- Una cara					-	50	70
- Dos caras							
Angularidad de la fracción fina, mínimo (%)	E-239	-	35	35			
<b>Resistencia del material (F)</b>							
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 330.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 80	≥ 80	≥ 95			


Fuente: INVIAS.

### 6.1.8.9 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.


Figura 37. Resultado ensayo de resistencia al desgaste máquina de los ángeles.




**GEOFISICA SAS**  
Laboratorio de Sucesos, Materiales, Concretos y Pavimentos  
Confiable, Calidad y Economía NL 906234J884-0



ISO 9001  
Icontec  
SC-CER290646



CERTIFIED  
IONet  
MANAGEMENT SYSTEM

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE LOS AGREGADOS (DESGASTE) EN LA MAQUINA DE LOS ÁNGELES				FGL-17				
I.N.V. E - 218 y 219 - 13				Versión 02				
				Noviembre de 2014				
				Página 1 de 1				
CLIENTE:	Gracol S.A.S	ORDEN SERVICIO No.:	212					
OBRA:	Condomio Versailles							
LOCALIZACIÓN OBRA:	Calle 78 norte vía a la Aldea - Variante norte - Popayán							
CONTRATISTA:	N.A.							
INTERVENTORIA:	N.A.							
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Suelo granular color gris para Base granular							
FUENTE:	Conexpe							
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA:	Stock en obra							
FECHA DE RECIBO:	06-Feb-2018	FECHA DE ENSAYO:	10-Feb-2018					
CONDICIÓN DE PRUEBA	SECA	SECA						
GRADACIÓN USADA	A	A						
NUMERO DE ESFERAS	12	12						
NUMERO DE REVOLUCIONES	100	500						
P1: MASA MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, g	5000	5000						
P2: MASA MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO LAVADA SOBRE EL TAMIZ No. 12, g	4447	2760						
PERDIDA = P1 - P2, g	553	2240						
% PÉRDIDA = ((P1 - P2) / P1) x 100	11,1	44,8						
<b>ESPECIFICACIÓN</b>								
MATERIAL ENSAYADO	BASE GRANULAR CLASE A, B o C							
ESPECIFICACIÓN A APLICAR	ART 330 INV - 13							
REQUISITO DE DESGASTE, %	≤ 35 % En seco 500 Revol, ≤ 7 % En seco 100 Revol; Clase A. Gradación A ≤ 40 % En seco 500 Revol, ≤ 8 % En seco 100 Revol; Clase B o C. Gradación A							
<b>DATOS SOBRE GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES</b>								
TAMANOS		PESO Y GRADACION DE LA MUESTRA, g.						
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	1	2	3
3"	2 1/2"					2500 ± 50		
2 1/2"	2"					2500 ± 50		
2"	1 1/2"					5000 ± 50	5000 ± 50	
1 1/2"	1"	1250 ± 25					5000 ± 25	5000 ± 25
1"	3/4"	1250 ± 25						5000 ± 25
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10					
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10					
3/8"	1/4"			2500 ± 10				
1/4"	No.4			2500 ± 10				
No.4	No.8				5000 ± 10			
TOTALES		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	10000 ± 100	10000 ± 50	10000 ± 75
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000
OBSERVACIONES:	Datos suministrados por el cliente, muestra tomada por personal de Geofísica.							
REVISO		APROBO						
<b>KAREN SOFIA MOSQUERA</b> COORDINADOR DE LABORATORIO - Mat. Profesional # 19516030791CAU		 <b>FERNANDO MUÑOZ FUENTES</b> SUBGERENTE TECNICO - Mat. Profesional # 19516001294CAU						
LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN UNICAMENTE A LA MUESTRA ENTREGADA AL LABORATORIO Y SOMETIDA A ENSAYO ESTA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO								

**Calle 6 #11-35 B/Vaencia Tel: 8223585 Telefax: 8224555 Cel: 321 642 3999 - 300 650 8041 POPAYÁN - COLOMBIA**

www.geofisica.com.co  
e-mail: info@geofisica.com.co

Fuente: GEOFISICA.

Se realizó el respectivo análisis de cada uno de los resultados de los ensayos efectuados, de lo cual se pudo concluir que solo el ensayo de “RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE LOS AGREGADOS (DESGASTE) EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES” no cumplió con los parámetros que exige la norma, los demás ensayos si cumplen con los requisitos mínimos de ésta. Figura 37.

Al observar el resultado del ensayo de la máquina de los ángeles se pudo evidenciar que el valor arrojado de una de las muestras ensayadas da un porcentaje de desgaste mayor al permitido por la norma, el desgaste dado fue de 44.8% y la norma permite un desgaste máximo de 40%. Se recomendó analizar muy bien este parámetro porque en un futuro puede afectar la durabilidad y la resistencia de la estructura de pavimento.

#### **6.1.8.10 EXTENDIDO DE LA CAPA DE BASE.**

Con la ayuda de una retroexcavadora y de la excavadora hidráulica se procede a extender la capa de base. Figura 38 y 39.

Figura 38. Extendido de la capa de base.



Fuente: Autor.

Figura 3921. Extendido de la capa de base.



Fuente: Autor.

#### 6.1.8.11 COMPACTACIÓN DE BASE

Figura 40. Compactación de la capa de base.



Fuente: Autor.

Debido al tiempo de la práctica, el pasante en términos de la actividad de construcción y adecuación de vías, culminó dicho trabajo con la compactación de la capa de base. Figura 40.

Por otra parte, el auxiliar de interventoría en conjunto a las anteriores actividades, en las cuales se velaba para que todo se realizará de acuerdo a las normas y especificaciones técnicas, también ejerció el control estricto sobre el tiempo de trabajo de cada maquinaria que se utilizaba en la obra, así como el registro de número de viajes y volumen de material cargado en cada volqueta.

### 6.1.9 CONTROL DE TIEMPO DE TRABAJO DE MAQUINARIA A TRAVÉS DE HORÓMETRO

Para el desarrollo de este punto en el informe, se tomó como ejemplo el Horómetro de bulldozer, debido a que para la excavadora hidráulica y el vibro compactador se realizó el mismo procedimiento en campo.

Para ésta actividad, se tomó una fotografía del Horómetro cada día de trabajo, al iniciar y finalizar la jornada, la diferencia entre estas dos lecturas es el tiempo de trabajo en horas por día, dichas lecturas también se registraron en un archivo Excel, en donde además se especificó la fecha y el lugar en donde trabajó la maquinaria. Esta misma acción se realizó para el vibro compactador y la excavadora hidráulica. Figura 41 y Figura 42.

Figura 41. Horómetro inicial.



Fuente: Autor.

Figura 222. Horómetro final.



Fuente: Autor.

Tiempo de trabajo= hora final – hora inicial  
Tiempo de trabajo= 7130.2-7126.5= 3.7 horas

### 6.1.10 CANTIDADES DE OBRA

El pasante fue el encargado de llevar todas las cantidades de obra del contratista de maquinaria, posteriormente entregaba la información al residente de urbanismo para elaborar la respectiva pre acta y finalmente el acta de pago.

A continuación, se presenta un ejemplo de entrega de cantidades de obra de maquinaria comprendido entre las fechas 03/01/2018 a 13/01/2018.

Tabla 2. Cantidades de obra.

#### CANTIDADES DE OBRA - URBANISMO

EQUIPOS - CONTRATISTA: JUAN CAMILO PERAFAN 03/01/2018-13/01/2018

#### CUADRO RESUMEN

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
VOLQUETA A BOTADERO	M3	144
BULLDOZER	HR	34.4
EXCAV. HDCA	HR	41.6
VIBRO-COMPACTADOR	HR	17.5

VOLQUETA PLACA TJT 476 CAPACIDAD 18m3		
No. VIAJES	FECHA	OBSERVACIÓN
2	3/01/2018	TERRAZA I
2	9/01/2018	MANZANA I
3	10/01/2018	MANZANA B
1	11/01/2018	MANZANA C
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL MATERIAL CARGADO(m3)</b>	
<b>8</b>	<b>144</b>	

HORAS DE BULLDOZER				
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO DE TRABAJO(HORAS)	OBSERVACIÓN
4/01/2018	70223	70261	3.8	VÍA MANZANA C
9/01/2018	70261	70310	4.9	VÍA MANZANA G
10/01/2018	70310	70391	8.1	VÍA MANZANA B
11/01/2018	70391	70459	6.8	VÍA MANZANA G
12/01/2018	70459	70516	5.7	VÍA MANZANA G
13/01/2018	70516	70567	5.1	VÍA MANZANA G
<b>TOTAL HORAS TRABAJADAS</b>			<b>34.4</b>	

<b>HORAS DE VIBRO-COMPACTADOR</b>				
<b>FECHA</b>	<b>HORA INICIO</b>	<b>HORA FINAL</b>	<b>TIEMPO DE TRABAJO(HORAS)</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
3/01/2018	72433	72441	0.8	VÍA ACCESO
4/01/2018	72441	72450	0.9	VÍA MANZANA C
9/01/2018	72450	72484	3.4	VÍA MANZANA C
10/01/2018	72484	72526	4.2	VÍA MANZANA B
11/01/2018	72526	72573	4.7	VÍA MANZANA B
12/01/2018	72573	72608	3.5	VÍA MANZANA C
<b>TOTAL HORAS TRABAJADAS</b>			<b>17.5</b>	

<b>HORAS DE EXCAVADORA HIDRÁULICA</b>				
<b>FECHA</b>	<b>HORA INICIO</b>	<b>HORA FINAL</b>	<b>TIEMPO DE TRABAJO(HORAS)</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
3/01/2018	85422	85482	6	TERRAZA I
9/01/2018	85482	85511	2.9	TERRAZA I
10/01/2018	85511	85595	8.4	VÍA MANZANA G
11/01/2018	85595	85674	7.9	VÍA MANZANA G
12/01/2018	85674	85764	9	VÍA MANZANA G
13/01/2018	85764	85838	7.4	VÍA MANZANA C
<b>TOTAL HORAS TRABAJADAS</b>			<b>41.6</b>	

Fuente: Autor



## 6.2 CONSTRUCCIÓN DE ANDENES Y SARDINELES

### 6.2.1 ANDENES

Las actividades que comprenden la construcción de los andenes son las siguientes: Localización, conformación, instalación de formaleta y fundición.

#### 6.2.1.1 LOCALIZACIÓN

Figura 43. Localización de andenes.



Fuente: Autor.

El pasante verificó que la ubicación y trazado de los andenes se hicieran correctamente sobre el terreno, de acuerdo con los planos suministrados al contratista, siguiendo las referencias del proyecto. Figura 43.

### 6.2.1.2 CONFORMACIÓN DEL TERRENO

Figura 44. Conformación y compactación del terreno.



Fuente: Autor.

Se verificó que el material utilizado en la conformación cuente con buenas características, libres de materia orgánica o basuras y que no haya humedad excesiva. El relleno se hizo en capas de espesor no mayor de veinte centímetros (20 cm) y se supervisó que se realizara una correcta compactación. Figura 44.

### 6.2.1.3 INSTALACIÓN DE FORMALETA

Figura 45. Instalación de formaleta.



Fuente: Autor.

Se realizó el respectivo chequeo de formaleta y se efectuaron las correcciones pertinentes. Figura 45.

#### 6.2.1.4 FUNDICIÓN DEL ANDÉN

Figura 46. Preparación del concreto.



Fuente: Autor.

Para la preparación del concreto se utilizó la proporción 1:2:3, es decir, 1 parte de cemento, 2 partes de arena y 3 partes de triturado tamaño  $\frac{3}{4}$ " y la cantidad de agua que dé la manejabilidad deseada, sin exceder para no afectar la resistencia del concreto. Figura 46.

El pasante hizo presencia en la preparación del concreto y verificó que se realizará correctamente.

Figura 47. Colocación del concreto.



Fuente: Autor.

Se observó que se realizara un buen vaciado de concreto, evitando la segregación de los agregados, de igual forma se verificó que se hiciera un buen terminado del andén, asimismo que se efectuaran las dilataciones en los paños. Figura 47.

## 6.2.2 SARDINELES

Las actividades comprendidas para la construcción de los sardineles son las siguientes:

Localización, excavación, instalación de formaleta, fundición de sardinel.

### 6.2.2.1 LOCALIZACIÓN

Con la ayuda de la comisión de topografía se localizan los sardineles.

### 6.2.2.2 EXCAVACIÓN

La excavación se realizó manualmente y se llevó el control de la altura y ancho excavado para que estos fueran los correctos. Figura 48.

Figura 48. Excavación para construcción de sardineles.



Fuente: Autor.

### 6.2.2.3 INSTALACIÓN DE FORMALETA

Figura 49. Instalación y chequeo de formaleta.



Fuente: Autor.

Con la ayuda de la comisión de topografía se chequeó la instalación de la formaleta, para ello se utilizó plomada y estación total. Figura 49.

### 6.2.2.4 FUNDICIÓN DE SARDINEL

Figura 5024. Fundición del sardinel.



Fuente: Autor.

### 6.2.2.5 ERRORES ENCONTRADOS EN LA FUNDICIÓN DE SARDINELES

Figura 51. Fundición incompleta.



Fuente: Autor.

Como se observa en la imagen al hacer la fundición del sardinel, ésta no se realizó completamente, es decir se fundió parte del tramo y pasadas más de 14 horas se pretendía terminar la fundición a lo cual el auxiliar de interventoría junto con el residente de urbanismo determinaron que se debía demoler dicho tramo debido a que se formaría una junta fría, la cual afectaría el comportamiento normal del concreto. Figura 51.

Figura 52. Concreto mal vibrado



Fuente: Autor.

Como se evidencia en la fotografía, el sardinel presenta “hormigueros” los cuales son producto de un mal vibrado. Figura 52.

### **6.3 CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO**

El sistema de alcantarillado del proyecto es un sistema por separado (red de alcantarillado pluvial y red de alcantarillado sanitario), la tubería utilizada fue novafort Pavco que es una tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada, sistema de unión mecánico, campana espigo con hidrosello de caucho. (PAVCO, s.f.) Los diámetros de las tuberías están de acuerdo a los que indica la norma RAS 2000 título D, diámetro mínimo de alcantarillado sanitario 6 pulgadas y pluvial 8 pulgadas, para las redes principales se manejaron diámetros de 10 pulgadas. (RAS, 2012)

Durante la estadía del pasante en la obra condominio Versailles se construyeron tres redes principales de alcantarillado pluvial cada una de 80 metros y 89 domiciliarias entre sanitarias y pluvial.

Se supervisó que todas las actividades se ejecutaran de acuerdo a los diseños, cumpliendo con las normas y especificaciones correspondientes, asimismo se llevó un control en las cantidades de obra con las cuales se elaboraba las pre actas junto al residente de urbanismo y posteriormente las actas de pago del contratista.

Por otra parte, se recomendó al residente de urbanismo verificar constantemente en almacén la existencia de los materiales a utilizar en la construcción de los alcantarillados, ya que en varias ocasiones el contratista se quedó sin disponibilidad de dicho material lo que generó retrasos en la obra.

Las actividades que comprende la construcción de las redes de alcantarillado son las siguientes:

Localización, excavación, encamado de tubería, extendido de tubería, relleno y compactación.

### 6.3.1 LOCALIZACIÓN

Figura 53. Localización.



Fuente: Autor.

Con la ayuda de ayuda de la comisión de topografía y de los planos de diseño se localiza los tramos a construir de alcantarillado. Figura 53.

### 6.3.2 EXCAVACIÓN

Figura 54. Excavación



Fuente: Autor.

La excavación se realizó manualmente. El pasante junto a la comisión de topografía verificaron que los niveles fueran los correctos, así como el ancho y altura. Figura 54.



### 6.3.3 ENCAMADO DE TUBERÍA

Figura 55. Encamado de tubería.



Fuente: Autor

El pasante al verificar el encamado de la tubería encontró que ésta actividad no cumple con la norma RAS 2000 título G numeral G2.5.3. En el cual enuncia lo siguiente: “colocar la capa de recebo hasta una altura de 10 cm sobre la clave de la tubería” y como se puede observar en la fotografía solo se realiza un encamado con material granular de 10cm de espesor, luego extiende la tubería y procede a colocar el material de relleno para su posterior compactación. (RAS, 2012). Figura 55.

### 6.3.4 EXTENDIDO DE TUBERÍA

Figura 56. Extendido de tubería.



Fuente: Autor.

La tubería tiene una longitud de 6 metros y las uniones se hacen a través de una campana de espigo que tiene cada tubo, se verificó que se aplique el lubricante correspondiente y que el empalme se haga hasta donde indica cada tubo, además que haya fijación de la tubería con amarras y estacas. Figura 56.

### 6.3.5 RELLENO Y COMPACTACIÓN

Figura 57. Material de relleno cubierto con plástico.



Fuente: Autor.

Figura 58. Compactación con pisón.



Fuente: Autor.

Figura 59. Compactación con saltarín.



Fuente: Autor.

Se recomienda al contratista cubrir con plástico el material excavado, esto con el fin de evitar en caso de lluvia o de luz solar muy fuerte un cambio drástico en la humedad lo cual generará problemas a la hora de la compactación. Figura 57.

Cuando se vaya a hacer el relleno, la primera capa se deberá compactar con pisón para así evitar daño alguno a la tubería. Figura 58.

Para compactar se recomienda espesores de capa de material no mayor a 20 centímetros y utilizar equipo mecánico de compactación. Figura 59.

## 7. CONCLUSIONES

- La interventoría en una obra es fundamental, al ser ésta la encargada de que cada actividad que se ejecute en un proyecto cuente con la supervisión de un profesional, el cual velará para que todo se realice de acuerdo a los diseños, normas y especificaciones técnicas vigentes, además que se cumplan con los plazos estipulados del objeto contratado.
- El auxiliar de interventoría supervisa que todos los procesos constructivos que se desarrollaban en los diferentes frentes (construcción y adecuación de vías, construcción de andenes, sardineles y construcción de redes de alcantarillado) cumplan con los planos y diseños, a lo que se tiene como resultado que estos cumplieron parcialmente, debido a que no todas las actividades ejecutadas tienen su diseño, por ejemplo, las vías internas del proyecto no cuentan con diseño geométrico.
- Se realiza un estricto control de los materiales granulares utilizados en la construcción de las capas de sub-base y base, este control se realiza a través de los ensayos de la norma de INVIAS, de los cuales se puede concluir que el material de sub-base cumple con todas las especificaciones técnicas, mientras tanto, el material de la capa de base no cumple con uno de los ensayos por lo que se recomienda hacer seguimiento y enviar informe a planta productora de este material.
- Cuando se inicia el desarrollo de la pasantía en este proyecto, se puede evidenciar el mal estado de las vías generado por el constante movimiento de maquinaria (retroexcavadoras y el equipo bobcat) que debía transportar el material internamente para los contratistas. Se determina que todo el anterior proceso se debía a que los sitios de acopio de material como arena, ladrillo, triturado y acero, no fueron bien seleccionados y por ende se debía hacer grandes recorridos, lo afectaba en gran proporción las vías internas de la obra.
- Al hacer una comparación entre la teoría dada en las aulas de clase de la universidad del cauca por parte de los docentes y el ejercicio profesional, se puede evidenciar que muchas veces no se cumple con todos los parámetros y normas que se deben seguir para llegar a la buena ejecución de un proyecto, por ejemplo al construir una vía, se debe realizar el diseño geométrico de esta, pero en este proyecto se puede evidenciar que no cuenta con este diseño, lo que ocasionara dificultades a la hora de desarrollar el proyecto.
- El tipo de interventoría con el que cuenta el proyecto Condómino Versalles es una Interventoría interna, lo cual hace que el profesional no pueda ejercer bien su trabajo, no hay las garantías suficientes. La interventoría en este tipo de obras

de gran magnitud debería ser externa, lo cual lleva a que se realice un mejor control de todos los procesos constructivos y se reflejará en la calidad del objeto terminado.

- Al culminar la práctica se logró obtener una serie de conocimientos que enriquecen y fortalecen las bases teóricas adquiridas en las aulas de clase, este tipo de espacios brindan al estudiante la oportunidad de tener un primer contacto con el mundo de la construcción en donde se afianzan conceptos y se aprende de la interrelación con profesionales de la ingeniería, maestros de obra y de todo el personal que hace parte de un proyecto de este tipo.

## 8. BIBLIOGRAFIA

Arenas, H. L. (2015). *INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE LOS PAVIMENTOS*. Obtenido de <ftp://ftp.ucauca.edu.co/cuentas/harenas/docs/PAVIMENTOS/DOCUMENTOS%20DE%20CONSULTA/CAPITULO%201%20%202015.pdf>

Cualla, R. A. (2003). *ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO* (Segunda ed.). Santafé de Bogotá, Colombia: Departamento de Publicaciones Escuela Colombiana de Ingeniería. Recuperado el 10 de Abril de 2018

GACOL SAS. (s.f.). *GRANDES Y MODERNAS CONSTRUCCIONES DE COLOMBIA*. Obtenido de <http://gracolsas.com/>

INVIAS. (2012). *ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y NORMAS DE ENSAYO PARA MATERIALES DE CARRETERA*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos1/139-documento-tecnicos/especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de-carreteras>

PAVCO. (s.f.). *TUBERÍA PVC ALCANTARILLADO - Novafort*. Obtenido de <https://pavco.com.co/tuberia-pvc-alcantarillado-novafort-pavco>

RAS. (2012). *REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO*. : TÍTULO D. Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias. -- 2da. Ed. / Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico (Ed.); Universidad de los Andes. Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados –CIACUA (consultor). Bogotá, D.C. Colombia, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. 2012.