

PASANTÍA COMO OPCIÓN DE GRADO  
ASISTENCIA TÉCNICA EN PROBLEMÁTICAS RURALES Y URBANAS DE LA  
MALLA VIAL DE LA CIUDAD DE DUITAMA DESDE LA SECRETARÍA DE  
INFRAESTRUCTURA.

MAGDA JULIANA ÁVILA TRUJILLO

COD. 2165548

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2019

PASANTÍA COMO OPCIÓN DE GRADO  
ASISTENCIA TÉCNICA EN PROBLEMÁTICAS RURALES Y URBANAS DE LA  
MALLA VIAL DE LA CIUDAD DE DUITAMA DESDE LA SECRETARÍA DE  
INFRAESTRUCTURA.

MAGDA JULIANA ÁVILA TRUJILLO

COD. 2165548

TRABAJO DE GRADO: MODALIDAD PASANTÍA PARA ADQUIRIR EL TÍTULO  
DE INGENIERA CIVIL

DIRECTOR

INGENIERO WILSON ALFREDO MEDINA SIERRA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2019

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

Firma de presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Tunja, 2 de marzo de 2020

## AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Este proyecto se lo dedico con todo amor y dedicación a mi mamá y mi abuelita, quienes han sido mis pilares toda una vida, siempre apoyándome en todas mis decisiones y guiándome por el mejor camino para llegar a ser la mejor en lo que me proponga.

A mi familia, mis tías, mis primos y mi novio, que con cada aliento y sonrisa me empujan cada día a ser mejor, gracias por estar presentes no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino, en todo momento ofreciendo siempre lo mejor y buscando mi felicidad.

A mi tutor Wilson Alfredo Medina Sierra, por su paciencia, dedicación y ayuda, cuando se trabaja en equipo siempre es más fructífero el resultado.

Esta pasantía fue un reto que me permitió aplicar conocimientos adquiridos y desarrollar competencias tanto personales como profesionales.

Con mucho amor y cariño.

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO .....	13
3.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL MUNICIPIO DE DUITAMA..	13
3.2 OFICINA DE LA SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE DUITAMA .....	15
4. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	16
4.1 DISEÑO DE LAS PLACAS HUELLAS.....	16
4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:.....	16
4.1.2. METODOLOGÍA:.....	17
4.1.3. SOLUCIÓN:.....	17
4.2. CANTIDADES DE OBRA DE LAS PLACAS HUELLAS .....	21
4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:.....	21
4.2.2. METODOLOGÍA:.....	21
4.2.3. SOLUCIÓN: .....	23
4.3. PRESUPUESTOS DE LAS PLACA HUELLAS.....	24
4.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:.....	24
4.3.2. METODOLOGÍA:.....	25
4.4. INFORME Y PLANO EN AUTOCAD SEGUIMIENTO DEL MURO SAN JOSÉ ALTO.....	26

4.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:	26
4.4.2. METODOLOGÍA:	27
4.4.3. SOLUCIÓN:	28
4.5. PLANO DE LA VÍA LOS ALISOS, NIVELACIÓN Y CÁLCULO DE VOLÚMENES	29
4.5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:	29
4.5.2. METODOLOGÍA:	29
4.5.3. SOLUCIÓN:	30
4.6. BITÁCORAS DE LA ACTIVIDAD DE MAQUINARIA, COMBUSTIBLE, CUADRILLA, RECEBO Y MATERIALES.	31
4.6.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:	31
4.6.2. METODOLOGÍA:	32
4.6.3. SOLUCIÓN:	33
5. APORTES DEL TRABAJO	33
5.1. COGNITIVOS	33
5.1.1. PRESUPUESTO PLACA HUELLAS:	34
5.2. COMUNIDAD	38
5.2.1. PLACA HUELLA:	39
6. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	41
7. CONCLUSIONES	43
8. RECOMENDACIONES	44
9. GLOSARIO	45
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
11. APÉNDICES Y ANEXOS	51
11.1 GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA-HUELLA DE INVIAS	51

11.2 PLANOS EN AUTOCAD DE LAS PLACAS HUELLAS.....	51
11.2.1. Plano placa huella sector Siratá .....	51
11.2.2. Plano placa huella sector El Volcán .....	51
11.2.3. Plano placa huella sector Nueva Frontera.....	51
11.2.4. Plano placa huella sector El Blanco .....	51
11.2.5. Plano placa huella sector Las Cruces .....	51
11.2.6. Plano placa huella sector Los Pita .....	51
11.2.7. Plano placa huella sector La Parroquia .....	51
11.2.8. Plano placa huella sector Los Vahos.....	51
11.2.9. Plano placa huella sector El Hogar .....	51
11.3. PLANOS EN AUTOCAD DE LAS PLACAS HUELLAS – ESTRUCTURALES .....	51
11.3.1. Plano placa huella sector Siratá .....	51
11.3.2. Plano placa huella sector El Volcán .....	51
11.3.3. Plano placa huella sector Nueva Frontera.....	51
11.3.4. Plano placa huella sector El Blanco .....	52
11.3.5. Plano placa huella sector Las Cruces .....	52
11.3.6. Plano placa huella sector Los Pita .....	52
11.3.7. Plano placa huella sector La Parroquia .....	52
11.3.8. Plano placa huella sector Los Vahos.....	52
11.3.9. Plano placa huella sector El Hogar .....	52
11.4. APORTE – PRESUPUESTO CON CANTIDADES DE OBRA DE LAS PLACAS HUELLAS .....	52
11.5. PLANOS MURO SAN JOSÉ ALTO .....	52
11.6. INFORME MENSUAL DEL MURO DE SAN JOSÉ ALTO .....	52

11.7. PLANO EN AUTOCAD DE LOS ALISOS .....	52
11.8. BITÁCORA ACTIVIDAD DE CUADRILLA Y MAQUINARIA .....	52

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clases de concreto estructural.....	22
Tabla 2 Dosificación de concreto de 2000 psi.....	23
Tabla 3 Dosificación de concreto de 3000 psi.....	23
Tabla 4 Precios de materiales de la Gobernación 2017 .....	25
Tabla 5 Ítem de localización y replanteo topográfico de la gobernación 2017 .....	26
Tabla 6 Actividades desarrolladas por la cuadrilla y maquinaria en el mes de Septiembre .....	32

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Imagen de la localización de Duitama en Colombia .....	14
Figura 2 Plano placa huella Sector La Parroquia.....	19
Figura 3 Plano placa huella sector Nueva Frontera .....	20
Figura 4 Imagen de la hoja de Excel formulada para obtener cantidades de obra de una placa huella.....	24
Figura 5 Fotografía del muro en San José el 23 de Julio de 2019.....	27
Figura 6 Plano en AutoCAD del levantamiento topográfico del muro .....	28
Figura 7 Plano de la vía los Alisos en quintas de la Esperanza.....	31
Figura 8 Sección de Excel donde se ingresan datos para calcular las cantidades de obra.....	36
Figura 9 Imagen de tablas de Excel con la dosificación del tipo de concreto que se está empleando .....	37

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Gráfica de demanda de los habitantes en sectores rurales.....	40
---	----

## ABSTRACT

The internship as a process for the completion of the civil engineering career was carried out at the Duitama Secretariat of Infrastructure, in agreement with the Santo Tomás University. For the correct development of the practical process, it was initially necessary the analysis and feedback of the projects that were being carried out in this unit, and the need to continue the programming that was held for the second half of 2019.

According to the itinerary and the objective of the internship, which was finalized in order to apply the acquired knowledge, open up to learning and advice to meet the indicators of this dependency of the mayor's office, it was possible to identify the willingness of teamwork and the uniqueness to achieve the goals set. The design of the footprint plate was started, in collaborative work with the surveyor and engineers, enhancing the respective calculation of amounts of work and budgets. The infrastructure ministry prioritized and focused its projects on the intervention of the road network of the city of Duitama, since it was presented in the Development Plan (2016-2019), as one of the biggest problems, which required priority attention.

However, within the process, the monitoring of materials and activities of other needs was carried out, in addition to the leveling of a road that presented problems with the drainage of rainwater. Drawing software tools such as CivilCAD and Excel were designed and used to control budgets and quantities of work, which allow for the calculation of material for the execution of fingerprint boards.

Key words: Road mesh, monitoring, budget, footprint plate, leveling.

## RESUMEN

La pasantía como proceso para la culminación de la carrera de ingeniería civil se realizó en la Secretaría de Infraestructura de Duitama, en convenio con la Universidad Santo Tomás. Para el correcto desarrollo del proceso práctico, fue necesario en un principio el análisis y la retroalimentación de los proyectos que se estaban adelantando en esta unidad, y la necesidad de dar continuidad a la programación que se tenía para el segundo semestre del año 2019.

De acuerdo al itinerario y al objetivo de la pasantía, que se concretó con el fin de articular los principios teóricos con experiencias reales, a través de un proceso de asesoramiento permanente para cumplir los indicadores de esta dependencia de la alcaldía, se pudo identificar la disposición de trabajo en equipo y la unicidad para alcanzar las metas trazadas. Se comenzó con el diseño de placa huellas, en trabajo colaborativo con el topógrafo e ingenieros, realizando el respectivo cálculo de cantidades de obra y presupuestos.

La Secretaría de Infraestructura priorizó y enfocó sus proyectos en la intervención de la malla vial de la ciudad de Duitama, pues fue presentada en el Plan de Desarrollo (2016-2019), como una de las mayores problemáticas, que requería de atención prioritaria. Sin embargo, dentro del proceso también, se llevó el seguimiento de materiales y actividades de otras necesidades, además de la nivelación de una vía que presentaba problemas con el drenaje de las aguas lluvias.

Se diseñaron y utilizaron herramientas de software para el dibujo como CivilCAD y Excel, para el control de presupuestos y cantidades de obra, que permiten facilitar el cálculo de material para la ejecución de placa huellas.

Palabras claves: Malla vial, seguimiento, presupuesto, placa huella, nivelación.

## 1. INTRODUCCIÓN

¿Es fructífero realizar la pasantía como opción de grado en la secretaria de infraestructura en el municipio de Duitama? La Secretaria de Infraestructura del municipio de Duitama, se enfoca en el desarrollo urbano integral de los sistemas viales y de espacios públicos, su propósito es mejorar la calidad de vida de habitantes de la zona tanto urbana como rural. Para generar aportes o impactos que los hagan crecer como entidad y como persona profesional. La inclusión del pasante generó aportes a la entidad que permiten un trabajo más eficiente a futuro, y proporcionó impactos positivos que favorecen en el proceso como introducción a un ámbito profesional.

En este informe se muestra como los conocimientos básicos en topografía y diseño de vías aprendidos en la carrera de ingeniería civil, así como las herramientas AutoCAD, CivilCAD y Excel, fueron imprescindibles para el desenvolvimiento de aportes en la práctica profesional, en la Secretaría de Infraestructura. Dentro de las actividades que se realizaron en la pasantía se encuentra el diseño de placas huellas necesarias en un sector rural del municipio de Duitama, diseño que incluye cantidades de obra y el respectivo presupuesto, el seguimiento a un muro de contención construido en gaviones para evitar el deslizamiento de una vía con tendencia a empeoramiento en época de lluvias, que afecta a la población de este sector; el estudiante agilizó el proceso de revisión de bitácoras de actividades del personal, maquinaria y material. Como aporte más significativo para la entidad se presenta el diseño de una herramienta en Excel que se formuló para calcular las cantidades de obra de una placa huella, amarrada a una hoja de presupuesto, que facilita y procesamiento, seguimiento y análisis de la información del costo total de la obra.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Plantear y desarrollar soluciones efectivas y sostenibles a la secretaria de infraestructura, con respecto a implicaciones relacionadas con la malla vial rural y urbana de la ciudad Duitama.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Contribuir con el diseño y dibujo de placas huellas que requieren intervención en la infraestructura vial, de la zona rural de la ciudad de Duitama.
- ✓ Diseñar herramientas para la planeación, ejecución y seguimiento de recursos financieros, materiales, humanos y de maquinaria, que permitan la toma de decisiones estratégicas, para la selección de la ejecución de los recursos de las placas huellas en la zona rural de la ciudad de Duitama.
- ✓ Continuar la gestión del seguimiento técnico y topográfico de Muro de contención del barrio San José Alto, de la ciudad de Duitama.
- ✓ Apoyar el diseño y asesoría de la nivelación de vía, en el barrio los alisos de la zona urbana de la Ciudad de Duitama.
- ✓ Verificar la ejecución de las actividades de la cuadrilla y maquinaria, de la Secretaria de Infraestructura de la ciudad Duitama.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO

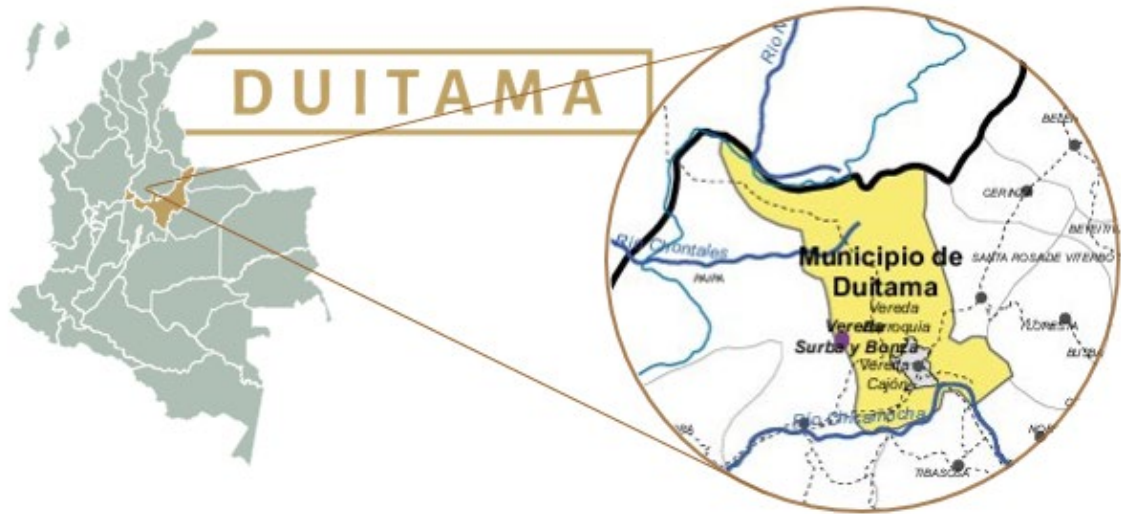
#### 3.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL MUNICIPIO DE DUITAMA.

La ciudad de Duitama se encuentra en el departamento de Boyacá, en el centro de Colombia Fig. 1, a una distancia de 240 km de Bogotá (capital de Colombia) y a 50 km de Tunja (capital de Boyacá) a una altitud de 2.590 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), limita al norte con el departamento de Santander, al sur con Tibasosa y Paipa, por el oriente con Santa Rosa de Viterbo y Floresta, por el occidente limita con Paipa.

La proyección poblacional de Duitama para el año 2019 es de 114.413 habitantes, 9.968 en el área rural y 104.445 en el área urbana según Ángela Rodríguez, profesional estadística, colaboradora de (DANE, 2005).

El municipio de Duitama, capital cívica y puerto terrestre del oriente colombiano, de origen Muisca, fue fundada anterior a la conquista española y gobernada por el cacique Tundama, nombre que posteriormente cambió a Duitama. Durante la conquista, la muerte y huida de indígenas fue aprovechada por la corona española para reorganizar el territorio y formalizar un plan urbanístico de acuerdo a las normas vigentes de la época (Becerra, 1996).

Figura 1 Imagen de la localización de Duitama en Colombia



Fuente: Secretaría de industria, comercio y turismo del Municipio de Duitama

A inicios del siglo XX, Duitama construye edificios como el molino Tundama, el Sol, y el Cóndor, esto en conjunto con la terminación del ferrocarril y la vía a Bogotá incentivo el desarrollo agrícola potenciando la economía local. En la segunda parte del siglo XX la ciudad denota un cambio en su economía por la ocupación de industrias como paz del río, Coca-Cola, Postobón, Sofasa, Cementos Boyacá, el parque industrial, entre otros. En (Municipal, s.f.) se ve el fenómeno que generó un alto desplazamiento de los pobladores de la zona rural al casco urbano.

En la zonificación de la ciudad predomina el área rural, que ocupa mayor parte del territorio con una extensión de 258.07 km<sup>2</sup>, sin embargo, la población está en constante movimiento hacia el área urbana que posee una extensión de 8.86 km<sup>2</sup>. El sistema de intervención en vías rurales más utilizado es el de placa huella, mientras que en el entorno urbano se utiliza el pavimento flexible, (Municipal, s.f.)

esta intervención en las vías se trabaja en conjunto con la solución de aguas lluvias mediante sumideros y alcantarillados.

### 3.2 OFICINA DE LA SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE DUITAMA

La secretaría de infraestructura de Duitama, se encuentra ubicada en la Alcaldía, ocupa un cuarto de la quinta planta del edificio que colinda con la catedral en el centro de la ciudad frente a la plaza de los libertadores. El cuerpo de trabajo está conformado por un equipo de 14 personas administrativas y una cuadrilla, capaz de desenvolverse en diferentes áreas del conocimiento.

Dentro del equipo de trabajo se manejan disciplinas como topografía, vías, manejo ambiental y evaluación de licitaciones para proyectos viales.

La razón por la que es necesario el trabajo interdisciplinario y convergen diferentes disciplinas, es que la secretaría de infraestructura se encarga de dar solución específicamente a problemáticas del sector público, promover, dirigir y coordinar proyectos como; mallas viales, rurales y urbanas, estructuras públicas como colegios, restaurantes, bibliotecas, entre otros, siempre en concordancia con el Plan de ordenamiento territorial, el plan de desarrollo y el plan anual de inversiones (Gestión, 2012). La respuesta primordial desde la secretaría de infraestructura a la ciudad actual es la el cuidado y mantenimiento de la red vial, ya que actualmente es la principal problemática del municipio.

#### 4. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

El desarrollo de la pasantía se llevó a cabo con base en las necesidades planteadas por la Secretaría de Infraestructura de la ciudad de Duitama. Esta unidad ejecuta acciones de intervención, a partir de problemáticas presentadas en el Acuerdo 013 2016 Plan de Desarrollo Duitama 2016-2019 (Santamaría, 2016) y las inquietudes planteadas por las diferentes comunidades, la secretaría de infraestructura distribuye sus recursos para intentar acudir a todos los problemas presentados.

A continuación, la descripción de las actividades más relevantes durante el periodo de trabajo de pasantía.

##### 4.1 DISEÑO DE LAS PLACAS HUELLAS

###### 4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Las zonas rurales del municipio de Duitama, son espacios de constante circulación, debido a que los habitantes de estos sectores, buscan aumentar el comercio de alimentos, generar facilidad en las vías hacia el centro de la ciudad, para tener mayor acceso a servicios de educación, salud, comercio y cultura, y realizar actividades que puedan favorecer su calidad de vida y desarrollo social.

No obstante, las vías de la zona rural están en condiciones poco favorables, destapadas y en pésimo estado, que pueden poner en riesgo la salud y movilidad

de sus habitantes, aspectos que evidencian la necesidad de realizar intervenciones viales de carácter urgentes.

#### 4.1.2. METODOLOGÍA:

A partir de levantamientos topográficos en sectores rurales específicos en el municipio de Duitama, se propone y proyectaron 9 placa huellas, teniendo en cuenta la Guía de diseño de placa huellas del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), (Transporte, 2015), ver anexo 1 donde se indica “que estas vías son utilizadas en sectores rurales, para vías terciarias con tráfico bajo, principalmente automóviles, motos, camperos y camionetas, la limpieza y drenaje son menores, lo que facilita el mantenimiento de estas vías.

El diseño geométrico propuesto para la placa huella se adapta a la vía existente, aprovechando el espacio y la propiedad del material, que por su rugosidad induce disminuir la velocidad de los vehículos, así como disminuir la tasa de accidentalidad, la construcción y materiales son económicos, y se hace principalmente participe la mano de obra local. A partir de estos determinantes se tomó como referencia la guía de diseño del INVIAS, para hacer varias propuestas de placa huellas, en los sectores rurales más transitados y con más demanda; la necesidad principal era el diseño de las placas huellas acomodado al tipo de terreno (pendiente, ancho y longitud) que se encontraba en los sectores.

#### 4.1.3. SOLUCIÓN:

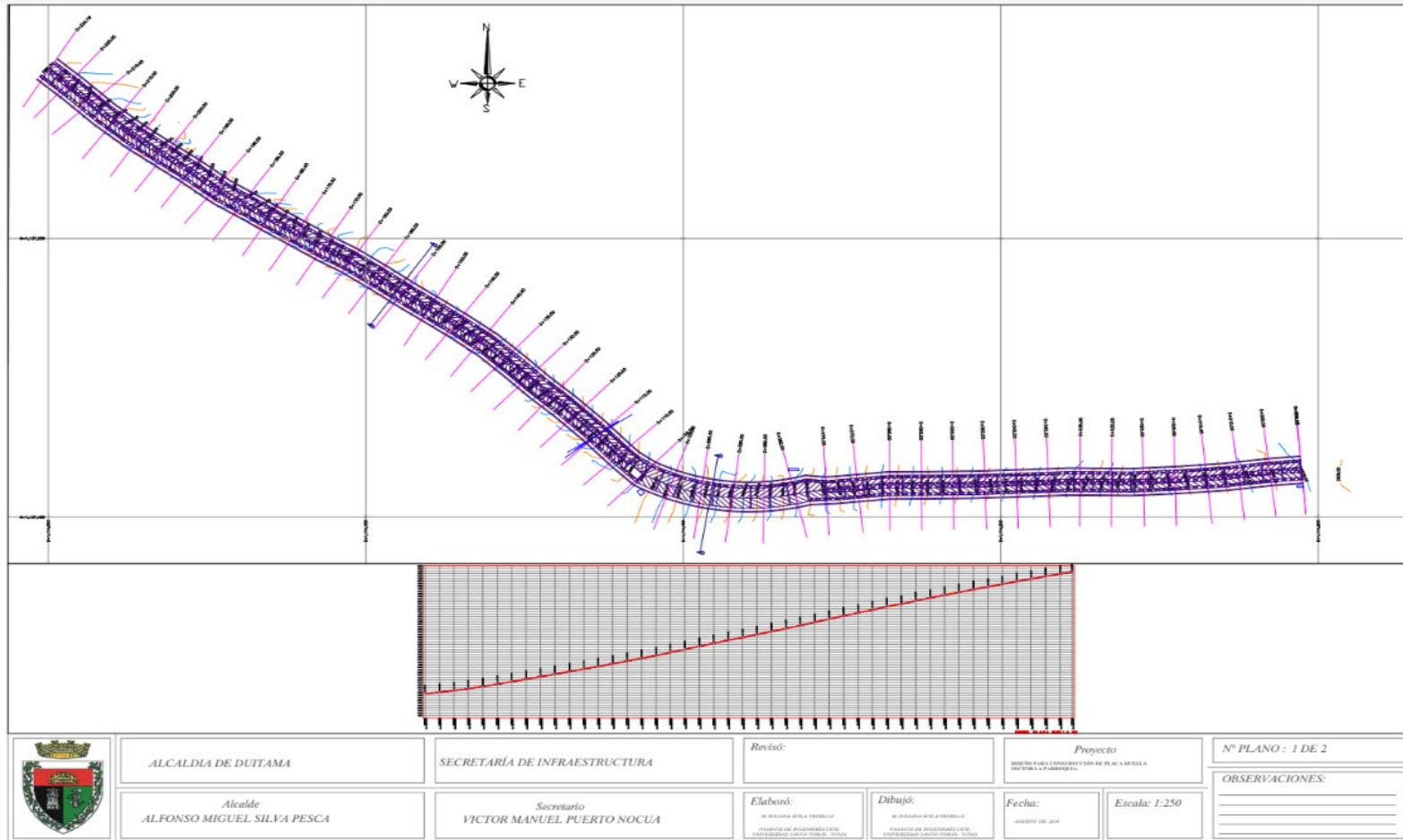
Las 9 placas huellas requeridas se diseñaron teniendo en cuenta pendiente, longitud demandada, ancho máximo que permite el terreno y ancho mínimo de la

vía ver anexo 2; teniendo en cuenta que la alcaldía electa en ese momento solo iba a ejecutar 2 tramos de placas huellas, los diseños debían ser revisados y aceptados para su debida ejecución.

Se utilizó AutoCAD como herramienta para el diseño de las placas huellas para trazar la vía en planta, secciones longitudinales y transversales donde se muestran los detalles estructurales ver anexo 3 y de diseño donde se especifica materiales de construcción y dimensiones de cunetas sobre los anchos que se generan en curvas o espacios designados a parqueo.

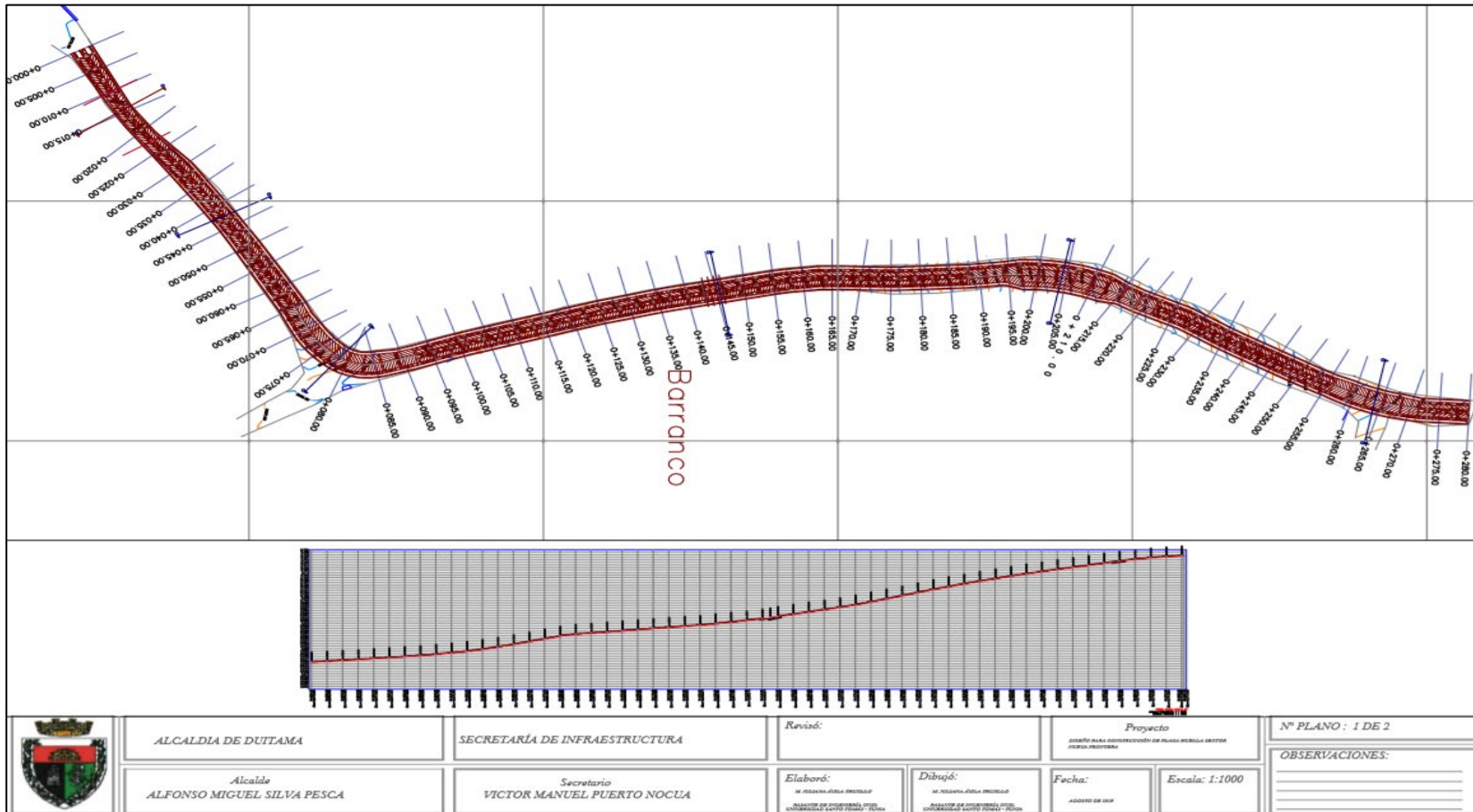
Finalmente, la Alcaldía escogió dos tramos ubicados en el sector Nueva Frontera en la Fig. 3 y el sector La Parroquia en al Fig. 2.

Figura 2 Plano placa huella Sector La Parroquia



Fuente: Elaboración propia en AutoCAD

Figura 3 Plano placa huella sector Nueva Frontera



Fuente: Elaboración propia en AutoCAD.

## 4.2. CANTIDADES DE OBRA DE LAS PLACAS HUELLAS

### 4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Escoger las placas huellas que se van a ejecutar depende de dos factores importantes, la ubicación de la placa, que tan necesaria es en ese sector, y el presupuesto que se tiene destinado para estas obras.

El factor del presupuesto depende de las cantidades de obra por placa huella, y la posibilidad de variar la longitud para aumentar o disminuir el presupuesto, sin embargo al momento de sacar las cantidades de obra en Excel se hace de manera manual, midiendo el material que se ejecutaría por metro cuadrado y teniendo en cuenta el ancho de ese tramo; si se quisiera disminuir la placa huella en longitud por cuestiones de disponibilidad de presupuesto, se tendrían que volver a sacar cantidades de obra de lo que se quiere disminuir y eso implicaría tiempo extra.

### 4.2.2. METODOLOGÍA:

Posterior a la terminación del diseño de las 9 placas huellas se cuantifica las cantidades de obra, se organiza en Excel la tabla de materiales de construcción y dosificaciones necesarias para cada propuesta.

Dentro de los materiales se calculan aceros, sub base granular, concreto clase G, concreto clase D designado para riostras, huellas, cuneta y bordillo, concreto clase F para las aletas hacia las alcantarillas, a continuación, se muestra la Tabla 1 con las clases de concreto según el artículo 630-07 de la norma del INVIAS (INVIAS, Norma INVIAS , 2012).

Tabla 1 Clases de concreto estructural

CLASE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS		USO Y OBSERVACIONES
	(MPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
A	35	350	Concreto pretensado y postensado
B	32	320	Concreto pretensado y postensado
C	28	280	Concreto reforzado
D	21	210	Concreto reforzado
E	17.5	175	Concreto reforzado
F	14	140	Concreto simple
G	14	140	Concreto ciclópeo. (Se compone de concreto simple clase F, y agregado ciclópeo en una proporción de 40%, como máximo, del volumen total).

Fuente: Artículo 630-07 Norma INVIAS.

La dosificación del concreto varía según la clase y la resistencia, si es de 2000 o 3000 psi, en este caso la Secretaria de Infraestructura cuenta con unos valores de dosificación que fueron utilizados en el cálculo de cantidades de obra los cuales se pueden observar en la tabla II y III, en cuanto el concreto clase G (concreto ciclópeo) se maneja una dosificación de 60C/40P, con un 60% de concreto de 3000 psi y un 40% de Piedra Media Zonga.

Tabla 2 Dosificación de concreto de 2000 psi

DOSIFICACIÓN CONCRETO CLASE F 2000 PSI			
26,64	lt	148	Agua
0,1656	m3	0,92	Gravilla
0,099	m3	0,55	Arena
41,4	kg	230	Cemento

Fuente: Elaboración propia en Excel

Tabla 3 Dosificación de concreto de 3000 psi

DOSIFICACIÓN CONCRETO CLASE D 3000 PSI			
2071,552	lt	170	Agua
10,96704	m3	0,9	Gravilla
6,336512	m3	0,52	Arena
3899,392	kg	320	Cemento

Fuente: Elaboración propia en Excel

#### 4.2.3. SOLUCIÓN:

Finalmente se creó una hoja de Excel completamente formulada con el diseño de la Guía del INVIAS ver Fig. 4, donde tiene en cuenta las dosificaciones requeridas para mezclas, el tipo de material y el ancho por tramo; estas tablas dan la posibilidad de aumentar o disminuir la longitud de la placa huella sin la necesidad de volver a calcular las cantidades de obra ya que el programa está formulado para sacarlas automáticamente, dando la posibilidad de replantearse la longitud de la placa huella cuantas veces sea necesario para que se ajuste al presupuesto destinado, ver anexo 4.

Figura 4 Imagen de la hoja de Excel formulada para obtener cantidades de obra de una placa huella

CANTIDADES DE OBRA PARA UNA PLACA HUELLA																																						
ANCHO DE LA PLACA HUELLA		6		m		ESTE ANCHO NO INCLUYE SOBRE ANCHOS NI DISMINUCION DE ANCHOS																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ABSCISA INICIAL</th> <th>ABSCISA FINAL</th> <th>LONGITUD FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>120</td> <td>125</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>110</td> <td>115</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>68</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LONGITUD TOTAL</td> <td>56</td> </tr> </tbody> </table>			ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	LONGITUD FINAL	120	125	5	110	115	5	34	68	34	0	12	12			0			0			0	LONGITUD TOTAL		56	125	LONGITUD PLACA HUELLA							
ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	LONGITUD FINAL																																				
120	125	5																																				
110	115	5																																				
34	68	34																																				
0	12	12																																				
		0																																				
		0																																				
		0																																				
LONGITUD TOTAL		56																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SUB BASE GRANULAR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Espesor</td> <td>0.15</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Area</td> <td>0.738</td> <td>m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Volúmen</td> <td>33.6</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>			SUB BASE GRANULAR			Espesor	0.15	m	Area	0.738	m <sup>2</sup>	Volúmen	33.6	m <sup>3</sup>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DOSIFICACIÓN CONCRETO CLASE D 3000 PSI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3284.4</td> <td>lt</td> <td>170</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>17.388</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>0.9</td> <td>Gravilla</td> </tr> <tr> <td>10.0464</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>0.52</td> <td>Arena</td> </tr> <tr> <td>6182.4</td> <td>kg</td> <td>320</td> <td>Cemento</td> </tr> </tbody> </table>				DOSIFICACIÓN CONCRETO CLASE D 3000 PSI				3284.4	lt	170	Agua	17.388	m <sup>3</sup>	0.9	Gravilla	10.0464	m <sup>3</sup>	0.52	Arena	6182.4	kg	320	Cemento
SUB BASE GRANULAR																																						
Espesor	0.15	m																																				
Area	0.738	m <sup>2</sup>																																				
Volúmen	33.6	m <sup>3</sup>																																				
DOSIFICACIÓN CONCRETO CLASE D 3000 PSI																																						
3284.4	lt	170	Agua																																			
17.388	m <sup>3</sup>	0.9	Gravilla																																			
10.0464	m <sup>3</sup>	0.52	Arena																																			
6182.4	kg	320	Cemento																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CONCRETO REFORZADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Longitud</td> <td>2.3</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Espesor</td> <td>0.15</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Area</td> <td>0.345</td> <td>m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Volúmen</td> <td>19.32</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>			CONCRETO REFORZADO			Longitud	2.3	m	Espesor	0.15	m	Area	0.345	m <sup>2</sup>	Volúmen	19.32	m <sup>3</sup>																					
CONCRETO REFORZADO																																						
Longitud	2.3	m																																				
Espesor	0.15	m																																				
Area	0.345	m <sup>2</sup>																																				
Volúmen	19.32	m <sup>3</sup>																																				

Fuente: Elaboración propia en Excel

### 4.3. PRESUPUESTOS DE LAS PLACA HUELLAS.

#### 4.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Las cantidades de obra contempladas en el punto anterior, deben ir sujetos a los precios que maneja en ese momento la gobernación que son los del año 2017, para que la elección de placa huella que se va a ejecutar sea más eficiente y se pueda contemplar el valor final de la obra, incluyendo el AIU.

#### 4.3.2. METODOLOGÍA:

Teniendo en cuenta factores clave como: ubicación de la placa huella, consecuencias a la comunidad en la zona y el tráfico de vehículos pesados, se escogen dos placas huellas, una en el sector La Parroquia y otra en el sector Nueva Frontera, una vez seleccionadas se procede al desarrollo del presupuesto donde se utilizan los precios de materiales que pueden apreciarse en la tabla IV, rendimientos, disponibilidad de maquinarias, personal, los ítems de APU de la gobernación actualizado al año 2017 (ya que para ese momento los precios que la Gobernación manejaba eran los del 2017 y no 2019), que se observan en la tabla V y las cantidades de obra calculadas anteriormente para el presupuesto final de cada placa huella.

*Tabla 4 Precios de materiales de la Gobernación 2017*

MATERIALES		
AGUA	lt	\$ 10,00
ARENA LAVADA DE RÍO	M3	\$ 91.899,72
CEMENTO GRIS	kg	\$ 738,62
TUBERIA CONCRETO CL I D=36'' (90cm)	ML	\$ 314.426,72
GEOTEXTIL NT 2000	M2	\$ 4.804,80
GRAVILLA $\frac{3}{4}$ , $\frac{1}{2}$	M3	\$ 88.169,07
RAJÓN	M3	\$ 42.060,34
TUBERÍA DRENAJE 100 PVC CORR	ML	\$ 24.936,48
MATERIAL DE AFIRMADO	M3	\$ 23.006,67
ACERO 60000 PSI	kg	\$ 2.386,88
ALAMBRE NEGRO NO. 18	kg	\$ 2.760,25
GRAVILLA DE TRITURADORA	M3	\$ 88.169,07
FORMALETA SARDINEL	dd	\$ 936,00

Fuente: Elaboración propia, a partir de los precios de materiales de la Gobernación 2017.

Tabla 5 Ítem de localización y replanteo topográfico de la gobernación 2017

LOCALIZACION Y REPLANTEO TOPOGRAFICO		KM			2,565,145.00
CADENERO 1	Ins	jr	4.5000	102,041.21	459,185.00
CADENERO 2	Ins	jr	4.5000	88,716.46	399,224.00
CADENERO 3	Ins	jr	4.5000	88,716.46	399,224.00
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA (ESTACION,NIVEL Y ELEMENTOS)	Ins	hr	25.0000	13,411.50	335,288.00
PINTURA Y ESTACAS	Ins	glb	1.0000	27,836.48	27,836.00
TOPOGRAFO	Ins	jr	4.5000	164,283.24	739,275.00
TROCHERO	Ins	jr	4.5000	42,179.07	189,806.00
Herramienta y Equipo Menor(% M.O)	Esp	%	0.7000	2,186,714.00	15,307.00

Fuente: Elaboración propia, a partir de los precios de materiales de la Gobernación 2017.

#### 4.4. INFORME Y PLANO EN AUTOCAD SEGUIMIENTO DEL MURO SAN JOSÉ ALTO

##### 4.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

En el año 2012 ocurrió un deslizamiento en el sector San José Alto, que tuvo como consecuencia desestabilización en la transversal 16, generando un alto riesgo que en un futuro podría afectar la cimentación de las viviendas contiguas a la vía, así como la obstrucción de la carrera 11 en la parte baja de la ladera. La Gobernación de Boyacá, como respuesta a esta problemática decide intervenir la ladera con la construcción de un muro de contención (gaviones), en piedras para facilitar el drenaje y encofradas con malla de alambre hexagonal (epm, Norma de construcción de muros de contención, 2008), secciones de tubería metálica como se observa en la Fig.

5 para estabilizar la vía situada en la parte alta de la ladera y evitar deslizamientos futuros causados principalmente en épocas de invierno.

Figura 5 Fotografía del muro en San José el 23 de Julio de 2019

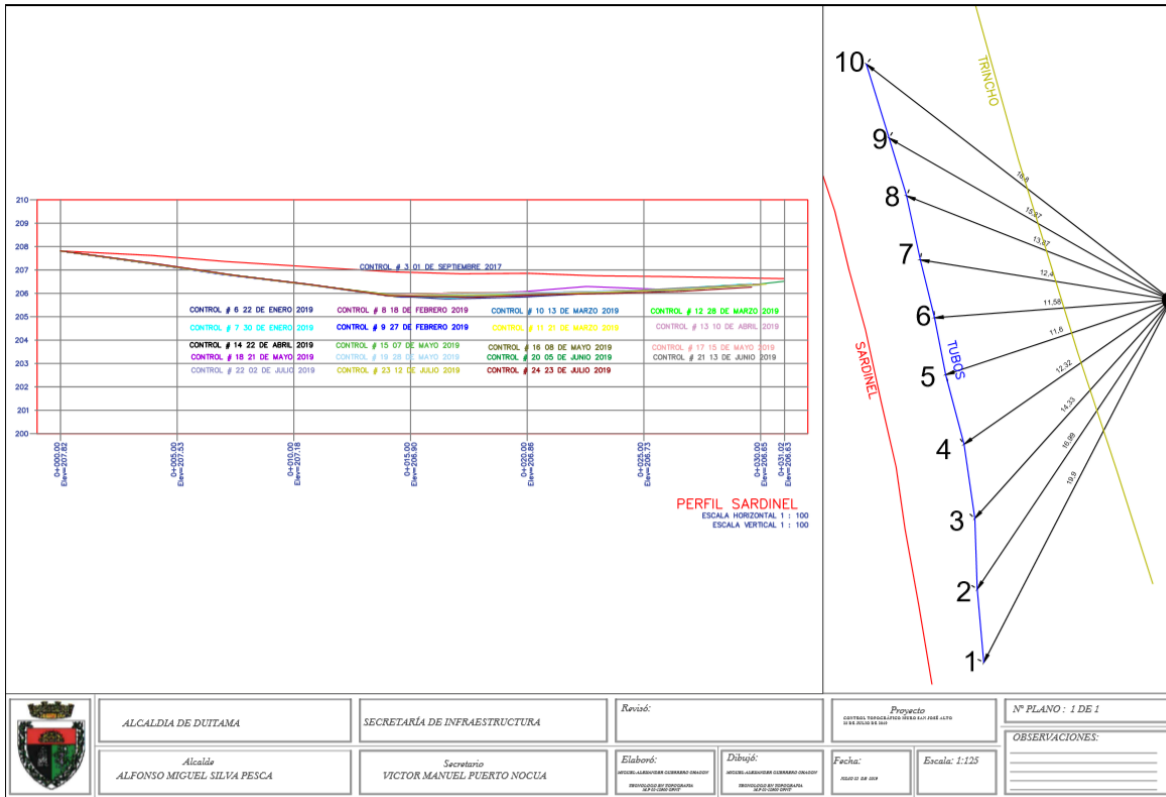


Fuente: Topógrafo Miguel Alexander Guerrero

#### 4.4.2. METODOLOGÍA:

Al muro San José Alto, se le hace un seguimiento semanal tomando un punto de referencia y se mide la distancia que este tiene hasta cada tubo, este trabajo en campo es realizado por el topógrafo de la Secretaria, en oficina se realizó el plano en AutoCAD ver Fig. 6 y se comparó con el levantamiento de la semana anterior, llevando un seguimiento preciso del comportamiento del muro ver anexo 5.

Figura 6 Plano en AutoCAD del levantamiento topográfico del muro



Fuente: Elaboración propia en AutoCAD

#### 4.4.3. SOLUCIÓN:

Cada dos meses se realizó un informe detallado con la actividad de todas las semanas transcurridas del muro San José Alto, como precaución para que la Gobernación pueda actuar ante cualquier eventualidad, antes de cualquier tipo de desastre, ver anexo 6, en este informe se puede observar si el muro tiene alguna novedad, si el muro tiene un movimiento hasta de 1 centímetro

se verá reflejado en el informe y será anunciado a la gobernación por precaución.

#### 4.5. PLANO DE LA VÍA LOS ALISOS, NIVELACIÓN Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

##### 4.5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

La vía los Alisos ubicada en la calle 13 entre carreras 33 y 33b en el Barrio quintas de la esperanza, se encuentra destapada y en pésimas condiciones por la época de invierno; Empoduitama realizó la extendida de recebo de la vía tapando y sobrepasando con un espesor de 4 cm la alcantarilla ubicada en la mitad de la vía, impidiendo el acceso a ésta.

Como problemática principal, en época de lluvia la circulación vehicular por este paso se dificulta por estancamientos de agua, debido a que la alcantarilla quedo sin ningún acceso.

##### 4.5.2. METODOLOGÍA:

El topógrafo Miguel Alexander Guerrero, realizó el levantamiento de la calle 13 donde se observa el nivel de la vía y se intenta replantear la pavimentación del trayecto, para que se pueda acceder a la alcantarilla y se respete la pendiente existente en la vía.

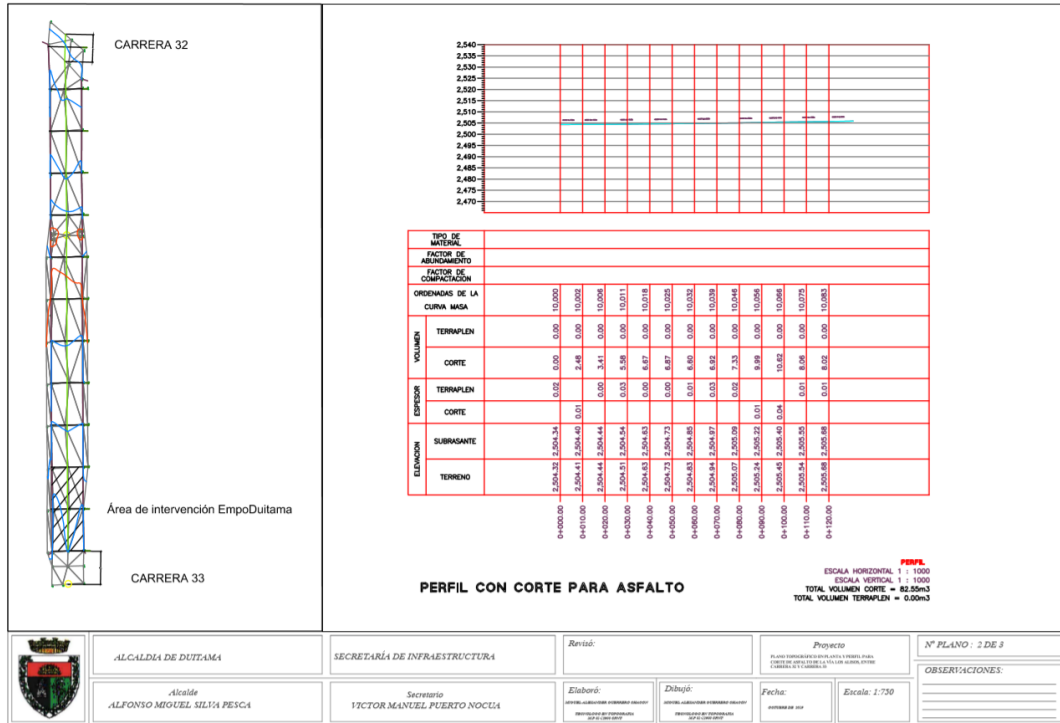
#### 4.5.3. SOLUCIÓN:

Como respuesta la Secretaría de Infraestructura realizó el estudio y plan de intervención mediante la nivelación de la vía.

Información que se utilizó para la generación del plano ver Fig. 7, como propuesta del proyecto de nivelación, donde se determinan abscisas, ancho de la vía, eje de la vía y distancia hasta las viviendas colindantes incluyendo andén ver anexo 7.

Con el perfil del eje se planea la nivelación de la vía, calculando volúmenes de excavación y relleno con dos posibilidades, aplicar recebo y asfalto o únicamente la aplicación de recebo compactado, las dos opciones sin sobrepasar los 0.5 cm por encima del nivel de la alcantarilla ni cubrirla con el material de relleno.

Figura 7 Plano de la vía los Alisos en quintas de la Esperanza



Fuente: Elaboración propia en AutoCAD

#### 4.6. BITÁCORAS DE LA ACTIVIDAD DE MAQUINARIA, COMBUSTIBLE, CUADRILLA, RECEBO Y MATERIALES.

##### 4.6.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

El frente de trabajo en obra de la alcaldía, la maquinaria, equipo y materiales de obra están reducidos a trabajar en obras con mayor prioridad, ya que el tiempo de trabajo es exigente, con alta demanda y la cuadrilla con la que se cuenta para ejecutar las obras es reducida, la maquinaria y el material son limitados, factores que demandan un control de actividades y seguimiento en el tiempo que requiere el desarrollo de las mismas.

#### 4.6.2. METODOLOGÍA:

Se realizó una tabla en Excel ver anexo 8, para llevar el seguimiento de las actividades desarrolladas por la cuadrilla, como se puede observar en la tabla VI, así como la maquinaria utilizada en el transcurso de estos cuatro meses, dentro de estas actividades a las cuales se les llevó seguimiento se encuentran recolección de material, extendida de recebo, limpieza en la obra, entre otras.

Tabla 6 Actividades desarrolladas por la cuadrilla y maquinaria en el mes de septiembre

SEPTIEMBRE DEL 2019		
FECHA	VEHICULO	ACTIVIDAD
02/09/2019	CUADRILLA	DESMONTE PUBLICIDAD (ORDEN DE PERSONERIA)
	VOLQUETA OXK054	DESMONTE PUBLICIDAD (ORDEN DE PERSONERIA)
03/09/2019	CUADRILLA	BARRIDO Y CARGUE DE MATERIAL
	MINICARGADOR H20	LIMPIEZA Y CARGUE DE TIERRA
	VOLQUETA OXK052	TRANSPORTE DE TIERRA
	VOLQUETA OXK054	TRANSPORTE DE TIERRA
04/09/2019	MINICARGADOR H20	RECOGER PASTO Y CARGUE DE TIERRA
	VOLQUETA OXK054	TRANSPORTE DE TIERRA
	MOTONIVELADORA 670B	MANTENIMIENTO Y CONSERVACION CON COMPACTACION Y EXTENDIDA DE RECEBO
	VIBRO SV208	COMPACTACION DE MATERIAL
05/09/2019	CUADRILLA	BARRIDO Y REGOER TIERRA
	MINICARGADOR H20	RECOGER Y CARGAR TIERRA
	VOLQUETA OXK052	TRANSPORTE DE TIERRA
	VOLQUETA OXK054	TRANSPORTE 1 VIAJE DE RECEBO
		TRANSPORTE DE TIERRA
		TRANSPORTE 1 VIAJE DE RECEBO
	VIBRO SV208	COMPACTACION DE RECEBO
CUADRILLA	CONFORMACION VIA	

Fuente: Elaboración propia en Excel

#### 4.6.3. SOLUCIÓN:

La herramienta en Excel, permite hacer seguimiento de las actividades, también facilita el registro del material que se utiliza, combustible que consume la maquinaria, el tipo de maquinaria que se utiliza, cantidades utilizadas de recebo y demás materiales utilizados para el parcheo y pavimentación de las vías que se intervinieron en Duitama.

La estrategia planteada permite organizar tanto los trabajos a realizar, como el tiempo de trabajo del recurso humano, la maquinaria y los materiales, con los que se cuenta, para la ejecución de las obras y así optimizar el registro para el combustible y material utilizados en un día de trabajo.

## 5. APORTES DEL TRABAJO

### 5.1. COGNITIVOS

Los conocimientos obtenidos en la Universidad Santo Tomás de Tunja, fueron esenciales para la ejecución de las actividades propuestas en este periodo de tiempo, la pasantía permite reforzar competencias asociadas a la comprensión y análisis de información, así como la habilidad para tomar decisiones en situaciones reales y acordes a las necesidades que demandan las organizaciones y las comunidades. Igualmente estos espacios de aprendizaje permiten afianzar conceptos y aptitudes técnicas, propias en el desempeño del profesional en Ingeniería Civil.

Los aportes que más tienen relevancia en la pasantía requieren de conocimientos en Excel y AutoCAD, el conocimiento de la Guía de pavimentos y placa huella del INVIAS (Transporte, 2015) y la información que se pueda tomar de los precios, presupuesto y análisis de precios unitarios de la Gobernación 2017, ya que las actividades con más demanda de solución son las que tienen alguna relación con la malla vial de Duitama, así mismo, los conocimientos básicos en topografía y nivelación, para poder entender el contexto en el que se presentaba cada problema.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, el profesional a cargo de los proyectos debe estar al tanto de toda la información ya mencionada, tener la capacidad de comprender las zonas afectadas y los sectores que requieran de intervención vial, garantizando así, que el trabajo desarrollado genere una mejor calidad de vida para la población Difámense, accesos seguros y rápidos entre la zona urbana y rural.

Los ejes temáticos propuestos en el proceso formativo por la Universidad Santo Tomás, permiten la adquisición y desarrollo de competencias para que los profesionales de Ingeniería Civil, tenga la capacidad de proponer, diseñar e implementar estrategias y métodos efectivos para la dar respuesta necesidades o problemáticas reales.

#### 5.1.1. PRESUPUESTO PLACA HUELLAS:

El cálculo de cantidades de obra de cada placa huella variaban de acuerdo al diseño geométrico que tenían, para el análisis se tuvo en cuenta cuatro aspectos principales; longitud, ancho, sobre ancho y ancho menor.

La Secretaría de Infraestructura recibe frecuentemente diferentes peticiones para la construcción de placas huellas en sectores rurales, la labor del Secretario de esta Unidad, es dar respuesta a las solicitudes de los usuarios relacionadas con la malla vial tanto de la zona urbana, como de la zona rural.

Sin embargo, el presupuesto asignado a esta Secretaria para la puesta en marcha, mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura vial, es muy escaso para suplir las necesidades identificadas por la Alcaldía, y las reportadas por los habitantes de diferentes sectores de la ciudad, aspecto que evidencia la importancia de priorizar y seleccionar las placas huellas que tengan más demanda para ser ejecutadas; esto con la ayuda de la hoja de Excel explicada a continuación donde se puede ajustar la longitud y disminuir o aumentar el presupuesto de acuerdo a la disponibilidad del mismo.

A continuación, se explica el aporte realizado en la Secretaría de Infraestructura para acelerar el proceso de selección de placas huellas, de acuerdo al costo de ejecución de la obra y los recursos con los que cuenta en el momento, la Secretaría de Infraestructura.

Aporte:

Se realizó una hoja en Excel formulada, ver anexo 4, que permite calcular las cantidades de obra necesarias en el tramo de la placa huella que se está

revisando. Para el uso de la hoja de Excel, se introducen el ancho de la vía, ancho menor o sobre ancho, y las abscisas y luego definir la longitud que se va a ejecutar, como se muestra en la Fig. 8.

La hoja de cálculo deja abiertas las opciones de longitudes, anchos y espesor de la sub base, concreto reforzado y concreto ciclópeo. También calcula los aceros necesarios de acuerdo a las especificaciones de diseño, volúmenes y a la longitud final de la placa huella, si es necesario hacer un recorte de longitud para el presupuesto, esta tabla de Excel automáticamente calcula las cantidades de obra de la sección final.

Figura 8 Sección de Excel donde se ingresan datos para calcular las cantidades de obra

CANTIDADES DE OBRA PARA UNA PLACA HUELLA																																						
ANCHO DE LA PLACA HUELLA		6		m		ESTE ANCHO NO INCLUYE SOBRE ANCHOS NI DISMINUCIÓN DE ANCHOS																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ABSCISA INICIAL</th> <th>ABSCISA FINAL</th> <th>LONGITUD FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>120</td> <td>125</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>110</td> <td>115</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>68</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LONGITUD TOTAL</td> <td>56</td> </tr> </tbody> </table>			ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	LONGITUD FINAL	120	125	5	110	115	5	34	68	34	0	12	12			0			0			0	LONGITUD TOTAL		56	125	LONGITUD PLACA HUELLA							
ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	LONGITUD FINAL																																				
120	125	5																																				
110	115	5																																				
34	68	34																																				
0	12	12																																				
		0																																				
		0																																				
		0																																				
LONGITUD TOTAL		56																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SUB BASE GRANULAR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Espesor</td> <td>0.15</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Área</td> <td>0.738</td> <td>m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Volumen</td> <td>33.6</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>			SUB BASE GRANULAR			Espesor	0.15	m	Área	0.738	m <sup>2</sup>	Volumen	33.6	m <sup>3</sup>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DOSIFICACIÓN CONCRETO CLASE D 3000 PSI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3284.4</td> <td>lt</td> <td>170</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>17.388</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>0.9</td> <td>Gravilla</td> </tr> <tr> <td>10.0464</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>0.52</td> <td>Arena</td> </tr> <tr> <td>6182.4</td> <td>kg</td> <td>320</td> <td>Cemento</td> </tr> </tbody> </table>				DOSIFICACIÓN CONCRETO CLASE D 3000 PSI				3284.4	lt	170	Agua	17.388	m <sup>3</sup>	0.9	Gravilla	10.0464	m <sup>3</sup>	0.52	Arena	6182.4	kg	320	Cemento
SUB BASE GRANULAR																																						
Espesor	0.15	m																																				
Área	0.738	m <sup>2</sup>																																				
Volumen	33.6	m <sup>3</sup>																																				
DOSIFICACIÓN CONCRETO CLASE D 3000 PSI																																						
3284.4	lt	170	Agua																																			
17.388	m <sup>3</sup>	0.9	Gravilla																																			
10.0464	m <sup>3</sup>	0.52	Arena																																			
6182.4	kg	320	Cemento																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CONCRETO REFORZADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Longitud</td> <td>2.3</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Espesor</td> <td>0.15</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Área</td> <td>0.345</td> <td>m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Volumen</td> <td>19.32</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>			CONCRETO REFORZADO			Longitud	2.3	m	Espesor	0.15	m	Área	0.345	m <sup>2</sup>	Volumen	19.32	m <sup>3</sup>																					
CONCRETO REFORZADO																																						
Longitud	2.3	m																																				
Espesor	0.15	m																																				
Área	0.345	m <sup>2</sup>																																				
Volumen	19.32	m <sup>3</sup>																																				

Fuente: Elaboración propia en Excel

La tabla está dividida en 3 secciones iguales, donde las variables (ancho) tiene un rango de ingreso, en el caso de la placa huella estándar, el ancho es de 5 metros, en el caso de la placa huella con sobre ancho, el ancho de la placa huella es mayor a 5 metros, en el caso de la placa huella con ancho menor, el ancho de la placa huella está en un rango de entre 2.7 y 5 metros, ya que aproximadamente un auto tiene un ancho máximo de 2.50 metros y se debe tener en cuenta la cuneta por lado y lado.

Esta herramienta también cuenta con una tabla donde se pueden ajustar factores como; el espesor del concreto, base y subbase granular; unas tablas de dosificación que puede variar de acuerdo al tipo de concreto y en caso de que el concreto que se esté usando cambie como se puede observar en la Fig. 9.

Figura 9 Imagen de tablas de Excel con la dosificación del tipo de concreto que se está empleando

<b>CONCRETO REFORZADO</b>			<b>DOSIFICACIÓN CONCRETO CLASE D 3000 PSI</b>			
Longitud	2.3	m	3284.4	lt	170	Agua
Espesor	0.15	m	17.388	m3	0.9	Gravilla
Área	0.345	m2	10.0464	m3	0.52	Arena
Volumen	19.32	m3	6182.4	kg	320	Cemento
<b>CONCRETO CICLOPEO</b>			<b>DOSIFICACIÓN CONCRETO CICLOPEO</b>			
Longitud	2.3	m	Piedra media zonga	7.728	m3	0.4
Espesor	0.15	m	Concreto Clase D	11.592	m3	0.6
Área	0.345	m2				
Volumen	19.32	m3				
<b>RIOSTRAS</b>			<b>DOSIFICACIÓN CLASE D 3000 PSI</b>			
Longitud	4.6	m	2627.52	lt	170	Agua
Espesor	0.3	m	13.9104	m3	0.9	Gravilla
Área	1.38	m2	8.03712	m3	0.52	Arena
Volumen	15.456	m3	4945.92	kg	320	Cemento

Fuente: Elaboración propia en Excel

Finalmente, estas cantidades de obra se vinculan a otra hoja Excel, con un presupuesto final, donde se relacionan otras dos hojas de Excel, que tienen los precios de materiales y los análisis de precios unitarios de la Gobernación de Boyacá 2017, para generar el presupuesto total con costos directos e indirectos.

Con base en la tablas ancho de la placa huella, longitud total y sub base granular, el Secretario de Infraestructura revisa el documento y de acuerdo a la longitud que desee ejecutar y el presupuesto disponible, ajusta las variables propuestas y puede seleccionar la longitud final y la placa huella que se va a construir, aspecto que le permite toma de decisiones rápidas y con la probabilidad de disminuir el margen de error.

La información explicada anteriormente se puede observar en el anexo 4, donde se muestra el archivo de Excel completo.

## 5.2. COMUNIDAD

La comunidad más afectada en cuanto a infraestructura está en las zonas rurales, donde las vías están destapadas y no cuentan con un manejo técnico de aguas ni una buena malla vial.

Principalmente se busca elegir una placa huella con mayor impacto social, por lo que la elaboración de la misma será de gran beneficio para el sector escogido.

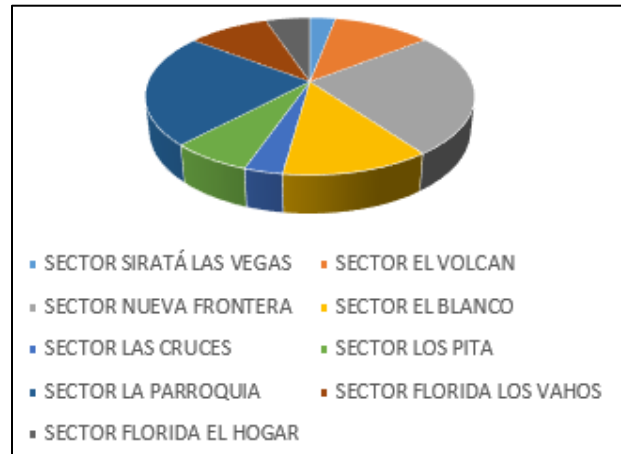
### 5.2.1. PLACA HUELLA:

Para el diseño de las placas huellas se tiene en cuenta como impacto a la comunidad, la eficiencia en la utilización de los recursos; así, el presupuesto, permite la posibilidad de intervenir un mayor trazo de vía o la oportunidad de ejecutar proyectos en otra zona, esto, para gestionar la inclusión de la población que no se encuentra en el núcleo de la ciudad.

Las placas huellas se elaboraron con base en los indicadores establecidos en la guía de diseño de pavimentos con placa- huella de INVIAS (2015). Las vías se proyectan geoméricamente para evitar sobre anchos, únicamente se designaron a secciones donde es necesario, por el pronunciamiento de las curvas o en secciones de longitudes extensas, donde es necesario un espacio de descanso para parqueo o contraflujo vehicular.

Desde el área de Topografía, se presentaron varias propuestas de placas huellas a los habitantes de la zona rural, se sometieron a aprobación y finalmente se escogieron dos placas huellas la primera del sector la Parroquia y la segunda en el sector Nueva Frontera, como se puede observar en la gráfica 1, teniendo en cuenta que son las zonas más transitadas por los habitantes, y la construcción y mejoramiento de éstas sería de gran ayuda e impacto para la población de influencia en la zona.

Gráfica 1 Gráfica de necesidades reportadas por los habitantes en sectores rurales



Fuente: Informe Topógrafo de la Secretaria de Infraestructura de Duitama

## 6. IMPACTO DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

Durante el proceso de la pasantía en la Secretaría de Infraestructura, se logró elaborar propuestas, a partir del trabajo cooperativo e interdisciplinario, reflejado en los aportes de diferentes áreas de conocimiento, como la topografía, ingenierías, ambiental, civil, de vías, arquitectura y administrativos; que permitieron el desarrollo de propuestas viables, para mejorar la calidad de vida, transporte y conexión entre el zona rural y urbana.

El desarrollo de la pasantía facilita la adquisición de competencias para trabajar bajo presión, habilidades críticas y creativas para solucionar problemas, y el uso de herramientas tecnológicas, como AutoCAD y Excel, que pueden agilizar los procesos tanto, de trabajo individual como grupal, para toma decisiones específicas en una entidad.

A partir del trabajo en las entidades, se reconoce la importancia del aspecto normativo y su vigencia, para implementarlo, con base en los requerimientos tanto de las comunidades, como de los organismos nacionales y locales.

Las acciones propuestas se centran específicamente en el área de vías, dada la afectación que tiene la malla vial, para la población de la zona rural de la ciudad de Duitama, a partir de las intervenciones en los sectores Nueva Frontera y la Parroquia, se puede predecir el aporte al mejoramiento de la calidad de vida y mejoramiento en el flujo vehicular para la población de estos sectores.

En el caso del desarrollo de competencias específicas relacionadas con el diseño, calcular cantidades de obra, presupuesto y selección de las placa huellas, se requiere de la aplicación de elementos teóricos del dibujo, principios de la construcción, costos, presupuesto, topografía y vías, aspectos imprescindibles en la implementación de propuestas reales.

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ La práctica profesional en la secretaría de infraestructura de Duitama, permitió plantear soluciones acordes a las necesidades de malla vial de la Rural (Nueva Frontera y sector la Parroquia y algunos sectores de la Zona Urbana (los Alisos).
- ✓ El seguimiento al muro de Contención del barrio San José Alto, permitió identificar un comportamiento de la estructura en buenas condiciones, el muro responde de manera positiva al cambio climático constante en la ciudad de Duitama.
- ✓ El apoyo y asesoría continúa para la nivelación de la vía del barrio los Alisos, permitió generar un plano del diseño de la calle al nivel óptimo que favorecerá la nivelación y pavimentación correcta de la vía.
- ✓ Con base en la herramienta diseñada se proyectó la construcción de nueve placas huellas para el mejoramiento de la malla vial de la zona rural, de las cuales la Alcaldía seleccionó dos (sector nueva frontera y sector la parroquia), estas placas huellas serán ejecutadas a lo largo del año 2020.
- ✓ La herramienta diseñada en Excel, permitió hacer acompañamiento, verificación y control de las actividades diarias que realiza la cuadrilla y el rendimiento y gasto de combustible de la maquinaria. Así mismo, permitió a los trabajadores tener claridad de las actividades programadas y ejecutadas.

## 8. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar seguimiento permanente a la estabilidad del muro de contención del barrio San José Alto, con el fin de evitar futuros deslizamientos, inestabilidad en la vía o derrumbes sobre las casas del nivel inferior.
- ✓ Analizar la viabilidad técnica y financiera de ejecutar el diseño de las 7 placas restantes de la zona rural, que se dejaron proyectadas en esta pasantía.
- ✓ Verificar el cumplimiento de la pavimentación de la vía los Alisos.
- ✓ Utilizar la herramienta diseñada en Excel para hacer seguimiento y control al desempeño de los recursos, humanos, materiales y de maquinaria.
- ✓ Planificar el desarrollo de las actividades con ayuda de profesionales que contribuyan en el mejor resultado de la obra, dado que se debe observar el problema desde diferentes los puntos de vista, para así generar una solución pertinente; en este caso se puede contar con el ingeniero ambiental, topógrafo, ingeniero de vías y arquitecto; un trabajo en equipo, siempre va a dar mejores resultados.
- ✓ La Secretaría de Infraestructura además de la línea de Vías, tiene intervenciones en diferentes áreas de trabajo como; aguas, acueductos, alcantarillado e impacto ambiental, líneas que se pueden tener en cuenta para futuras pasantías en esta organización.

## 9. GLOSARIO

**ACERO:** MIPSAs, ver (MIPSA) describe el acero como una aleación formada de hierro y carbono, con propiedades como la ductilidad, dureza, resistencia y tenacidad.

**AUTOCAD:** Herramienta utilizada para dibujo y modelado asistido por computador, creada por Autodesk, es una herramienta que facilita el trazado de líneas con mayor precisión y agiliza el trabajo en tiempo real a escala. (Autodesk, s.f.) (Autodesk, s.f.)

**BORDILLO:** Pieza de ladrillo, concreto o piedra destinada para separación de zonas, delimitación física o canalización y evacuación de aguas (Construpedia, s.f.).

**CAPACIDAD RESIDUAL:** Es el valor final calculado teniendo en cuenta la cuantía y el plazo del contrato de obra pública en el cual participa como lo explica en (Eficiente, 2018).

**CIVILCAD:** Es un complemento de AutoCAD que se utiliza para agilizar el cálculo de volúmenes, definir curvas de nivel, secciones, perfiles entre otras funciones que automatizan el trabajo del ingeniero civil y el topógrafo. (Autodesk, Autodesk CivilCAD, s.f.)

**CONSORCIO:** EL consultorio contable de la universidad EAFIT lo define como un acuerdo entre varias empresas cuyo objetivo principal es desarrollar una actividad que resulta en algún beneficio para todos los asociados (EAFIT, Consultorio contable).

**CONCRETO CICLÓPEO:** En (INVIAS, Norma INVIAS , 2012) explica como el concreto ciclópeo se compone de concreto simple clase D en un 60% y piedra media zonga en un 40%.

**COSTOS DIRECTOS:** Según OBS Business school (Management) son los costos que tienen una relación estrecha con el producto o servicio entre ellas la materia prima y mano de obra.

**COSTOS INDIRECTOS:** Son los costos que tienen unas relaciones tangenciales como administración, imprevistas y utilidades (Management).

**CONCRETO REFORZADO:** Mezcla de cemento, agregado fino, agua y arena con un refuerzo de acero, varillas y alambres (NSR10, TITULO C, 2010).

**CUADRILLA:** Grupo de personas que realizan un trabajo determinado, consiste en mano de obra y activos necesarios para realizar el trabajo (Navas, 2012).

**CUANTÍA:** Número de unidades, tamaño o porción de cosas especialmente cuando es indeterminado (NSR10, TITULO C, 2010).

**CUNETAS:** (INVIAS, Instituto Nacional de Vías, 2012) La describe como zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Su geometría puede variar según las condiciones de la vía y del área que drenan.

**EXCEL:** Programa de Microsoft que permite formular rápidamente cálculos en tablas, la principal herramienta que tiene es la función, útil para generar cálculos de manera predeterminada y facilitar el trabajo a gran escala. (Office, s.f.)

**MURO DE CONTENCIÓN:** La norma de muros de construcción (epm, Norma de construcción de muros de contención, 2008) lo define como elementos que permiten mantener una diferencia de niveles de terreno para soportar las cargas del nivel más alto con estructuras y dimensiones que permitan equilibrar los empujes del suelo.

**NIVELACIÓN:** Procedimiento en el cual se determina un desnivel entre dos o más puntos y generar una pendiente constante entre ellos (Villalba).

**PLACA HUELLA:** La descripción de los tipos de vías que dispone (Transporte, 2015) la describe como un diseño de vía terciaria principalmente para veredas con un bajo tráfico generalmente de automóviles, motos y camperos, económica, de fácil mantenimiento y por su rugosidad tiende a bajar la velocidad de los autos.

**PRESUPUESTO:** Cálculo anticipado de una obra o un conjunto de gastos e ingresos previstos para un determinado tiempo de ejecución (Sánchez).

**RECEBO:** Mezcla de materiales granulares compuesta por piedra triturada, arena y material fino (Ingenieros).

**RENDIMIENTOS:** Es el beneficio obtenido en relación a los recursos utilizados en una fracción de tiempo (Construpedia, s.f.).

**RESISTENCIA:** LA NSR 10 (NSR10, TITULO A, 2010) la define como la capacidad útil de una estructura, para resistir cargas dentro de los límites de deformación.

**RIOSTRAS:** Es un elemento de un diafragma, paralelo a la fuerza aplicada, que recoge y transmite el cortante a los elementos verticales, revisar (NSR10, TITULO A, 2010).

**RURAL:** Espacio geográfico rural, vereda o un sector opuesto al urbano (Samper)

**SOBRE ANCHO:** Aumento en la sección transversal de una calzada en las curvas, con la finalidad de mantener la distancia lateral entre los vehículos en movimiento, revisar (INVIAS, Instituto Nacional de Vías, 2012).

**SUB BASE GRANULAR:** Agregado o material granular grueso que se extiende, conforma y compacta para darle resistencia al suelo (NSR10, TITULO C, 2010).

**SUMIDERO:** Actúa como desagüe natural para el agua lluvia o para corrientes superficiales de agua (epm, Norma de construcción de sumideros, s.f.).

**TERRAPLÉN:** Material de relleno con el cual se nivela una sección de tierra y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra (Construpedia, s.f.).

**URBANO:** Paisaje propio de núcleos urbanos, ciudades (Unicef, 2012).

**VÍA:** Espacio destinado para el paso de personas o vehículos, con un diseño que incluye pendiente, ancho y longitud, aptos para el mejor transporte o comunicación entre dos lugares (INVIAS, Instituto Nacional de Vías, 2012).

**ZONA:** Superficie delimitada que se caracteriza por lo que contiene (Construpedia, s.f.)

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becerra, M. (26 de Julio de 1996). ORIGEN DE DUITAMA. *EL TIEMPO*.
- Construpedia. (s.f.). *Construmática*. Obtenido de <https://www.construmatica.com/construpedia/Bordillo>
- DANE. (2005). *Estadísticas del municipio*. Obtenido de DANE: <https://sites.google.com/a/duitama-boyaca.gov.co/estadisticas/home/por-zona>.
- EAFIT. (s.f.). *¿Que es una licitación?*
- EAFIT. (s.f.). Consultorio contable. Medellin. Obtenido de Escuela EAFIT.
- Eficiente, C. C. (2018). *Colombia Compra Eficiente*. Obtenido de <https://www.colombiacompra.gov.co/content/capacidad-residual>
- epm. (2008). *Norma de construcción de muros de contención*.
- epm. (s.f.). *Norma de construcción de sumideros*.
- Gestión. (2012). *Misión, visión y funciones*. Duitama.
- Ingenieros, Z. (s.f.). *Recebo o afirmado*. Obtenido de <http://www.zapataingenieros.com/recebo-o-afirmado/>
- INVIAS. (2012). *Instituto Nacional de Vías*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/130-glosario-manual-diseno-geometrico-carreteras>
- INVIAS. (2012). *Norma INVIAS*. Bogotá.
- Management, P. (s.f.). OBS Bussines School. Obtenido de <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/viabilidad-de-un-proyecto/costos-directos-e-indirectos-de-un-proyecto>

- MIPSA. (s.f.). *MIPSA Expertos Procesando Metales*. Obtenido de MIPSA:  
<https://www.mipsa.com.mx/dotnetnuke/Sabias-que/Que-es-el-acero>
- Municipal, A. (s.f.). *Alcaldía municipal de Duitama, nuestro municipio*.  
Obtenido de <http://www.duitama-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>.
- Navas. (2012). Mano de obra en la construcción: determinación de la cuadrilla óptima por medio de una herramienta de simulación .
- NSR10. (2010). *TITULO A*. Bogotá.
- NSR10. (2010). *TITULO C*. Bogotá.
- Samper. (s.f.). *ESTRATEGIAS DE DESARROLLO RURAL EN LA UE: DEFINICIÓN ESPACIO RURAL, RURALIDAD Y DESRROLLO RURAL*.
- Sánchez. (s.f.). *Emprende pyme*. Obtenido de  
<https://www.emprendepyme.net/que-es-un-presupuesto.html>
- Santamaría, S. M. (2016). *ACUERDO 013 DE 2016 PLAN DE DESARROLLO DUITAMA 2016-2019*. Plan, Duitama. Obtenido de  
[https://duitamaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/duitamaboyaca/content/files/000007/317\\_plandedesarrolloduitama20162019laduitamaquesoamos.pdf](https://duitamaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/duitamaboyaca/content/files/000007/317_plandedesarrolloduitama20162019laduitamaquesoamos.pdf)
- Transporte, M. d. (2015). *Guía de diseño de pavimentos con Placa-Huella de INVIAS*. Bogotá, Colombia: INVIAS.
- Unicef. (2012). *ZONA URBANA*.
- Villalba. (s.f.). *Topografía, conceptos y aplicaciones*. ECOE ediciones.

## 11. APÉNDICES Y ANEXOS

### 11.1 GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS CON PLACA-HUELLA DE INVIAS

### 11.2 PLANOS EN AUTOCAD DE LAS PLACAS HUELLAS

11.2.1. Plano placa huella sector Siratá

11.2.2. Plano placa huella sector El Volcán

11.2.3. Plano placa huella sector Nueva Frontera

11.2.4. Plano placa huella sector El Blanco

11.2.5. Plano placa huella sector Las Cruces

11.2.6. Plano placa huella sector Los Pita

11.2.7. Plano placa huella sector La Parroquia

11.2.8. Plano placa huella sector Los Vahos

11.2.9. Plano placa huella sector El Hogar

### 11.3. PLANOS EN AUTOCAD DE LAS PLACAS HUELLAS – ESTRUCTURALES

11.3.1. Plano placa huella sector Siratá

11.3.2. Plano placa huella sector El Volcán

11.3.3. Plano placa huella sector Nueva Frontera

11.3.4. Plano placa huella sector El Blanco

11.3.5. Plano placa huella sector Las Cruces

11.3.6. Plano placa huella sector Los Pita

11.3.7. Plano placa huella sector La Parroquia

11.3.8. Plano placa huella sector Los Vahos

11.3.9. Plano placa huella sector El Hogar

11.4. APORTE – PRESUPUESTO CON CANTIDADES DE OBRA DE LAS  
PLACAS HUELLAS

11.5. PLANOS MURO SAN JOSÉ ALTO

11.6. INFORME MENSUAL DEL MURO DE SAN JOSÉ ALTO

11.7. PLANO EN AUTOCAD DE LOS ALISOS

11.8. BITÁCORA ACTIVIDAD DE CUADRILLA Y MAQUINARIA